Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Bern
Direktor: Prof. Dr. med. F. Egger
Orthodontische Abteilung, Leiter: Prof. Dr. med. dent. W. Gubler

Experimentell-histologische Untersuchungen über die durch orthodontische Ligaturen verursachten Schädigungen des Zahnfleischrandes und deren Heilung

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

Jakob Kobler
von Oberriet (St. Gallen)

Buchdruckerei F. Graf-Lehmann, Bern
1944

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Bern
Direktor: Prof. Dr. med. F. Egger
Orthodontische Abteilung, Leiter: Prof. Dr. med. dent. W. Gubler

Experimentell-histologische Untersuchungen über die durch orthodontische Ligaturen verursachten Schädigungen des Zahnfleischrandes und deren Heilung

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

Jakob Kobler
von Oberriet (St. Gallen)

Buchdruckerei F. Graf-Lehmann, Bern
1944

Auf Antrag des Herrn Prof. Dr. W. Gubler von der Medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation genehmigt.

Bern, den 10. Mai 1944.

Der Dekan der Medizinischen Fakultät:
Prof. Dr. E. Glanzmann.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Seite

Allgemeiner Teil.

a) Geschichtliches 7
b) Entwicklung, Anatomie und Topographie des Zahnfleischrandes 9
c) Der Hund als Versuchstier 10

Eigene Untersuchungen.

a) Anordnung und Durchführung der Versuche 12
b) Herstellung der Präparate 13
c) Klinische und histologische Befunde 14
Versuche mit Draht 14
Zusammenfassung der mit Draht erzielten Ergebnisse . . 23
Versuche mit Seide 25
Zusammenfassung der mit Seide erzielten Ergebnisse . . 35
Versuche mit Gummi 36
Zusammenfassung der mit Gummi erzielten Ergebnisse . . 48
d) Auswertung der klinischen und histologischen Befunde und Zusammenfassung 49

Literaturverzeichnis 55

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546502_0063

Allgemeiner Teil

a) Geschichtliches

Die grösste Beachtung fanden bis jetzt diejenigen Verletzungen und dauernden Schädigungen des Zahnfleischrandes, welche durch den Zahnfleischrandschnitt, durch Kronenringe oder durch Separierscheiben hervorgerufen werden. Beiträge zu dieser Frage lieferten Horn, Morgenroth, Gross, Meyer, Norberg, Roos, Greve u. a. Als schwerster Insult wird der Zahnfleischrandschnitt beschrieben, eine Verletzung, für welche die Frage einer eventuellen restitutio ad integrum von besonderer Bedeutung ist. Die Lösung der Frage wurde auf experimentellem Wege versucht, doch bis heute ohne sichtbaren Erfolg, stehen sich doch die Ansichten der verschiedenen Autoren noch diametral gegenüber.

Volle Einigkeit herrscht dagegen über die Schädigungen am Zahnfleisch, welche durch überstehende Füllungen, durch abstehende oder zu tief gehende Kronenringe bedingt sind. Abstehende oder zu tief gehende Ringe verursachen eine chronische Entzündung des Zahnfleischsaumes, und als Folge davon werden, je nach dem, Atrophie oder Wucherung beobachtet. Gefährlich sind diese mechanischen Insulte vor allem dadurch, dass sie den Epithelansatz am Zahn zerstören, wodurch der Zugang zum Periodontalraum eröffnet wird.

Von allen Autoren wird deshalb die Forderung erhoben, dass Kronenringe nicht tiefer als bis zum Boden der physiologischen Zahnfleischtasche reichen dürfen. Wird diese Forderung erfüllt, so soll der Ring für Zahn und Zahnfleisch erträglich sein. Allerdings muss an dieser Stelle auch die Reihe derjenigen Autoren erwähnt werden, welche grundsätzlich die Verwendung von Kronenringen verwerfen, und die These verfechten, der Kro-

nenring schade nicht nur, wenn er zu weit oder zu tief sei, sondern er schade überhaupt, auch bei kunstgerechter Anpassung.

Umfassende Untersuchungen über die traumatischen Schädigungen des Zahnfleischrandes hat zum erstenmal Morgenroth in seiner 1940 erschienenen und preisgekrönten Arbeit gebracht. Was bisher nur ausschnittweise bekannt war, wurde hier im grossen Zusammenhang vorgetragen. Histologische Belege in grosser Zahl geben ein eindrückliches Bild der Ursachen und Folgen der Verletzung des Epithelansatzes. Morgenroth schildert als erster die Versuche mit Drahtligaturen, und weist auf die Zerstörungen hin, die durch sie verursacht werden, Zerstörungen, welche am lebenden Zahnfleisch vielfach übersehen werden: Quetschung oder Durchtrennung des Epithelansatzes, entzündliche Infiltrierung des subepithelialen und supraalveolären Gewebes, in der Folge Wucherung des Epithels in das darunterliegende Bindegewebe, Zerstörung des Weichgewebes und Resorptionen im Knochen und am Zahn selbst.

Unmöglich kann man sich über diese Schäden hinwegsetzen, wenn man einmal die dazugehörenden mikroskopischen Bilder gesehen hat.

Drahtligaturen werden vor allem zu orthodontischen Arbeiten gebraucht. Infolgedessen entfällt der grösste Prozentsatz der Schäden auf jugendliches Zahnfleisch. Gerade bei Jugendlichen liegen aber die Verhältnisse so, dass der Zahnfleischsaum bloss eine seichte Tasche gegen den Zahn hin bildet, deren Boden bei gesunden Verhältnissen nicht mehr als 1, höchstens 2 mm unter dem Limbus des Zahnfleisches liegt, so dass eine Epithelverletzung unvermeidlich ist.

Weiter weist Morgenroth auf die Gefahren des Spanngummis hin. Mit einem stumpfen Instrument wird dieser vermittelst der Seidenligatur unter den freien Zahnfleischrand geschoben. Es ist klar, dass auch durch dieses allgemein verbreitete „Hochschieben" der Seidenligatur Läsionen des Taschenbodens entstehen müssen, sei es nun in Form von Durchtrennungen oder direkter Loslösung des Epithels vom Zahn. Morgenroth rät deshalb dringend von der Verwendung des Spanngummis bei Arbeiten an Jugendlichen ab.

Die Gefährdung des Zahnfleischsaumes durch Draht und

Gummi steht derjenigen durch überstehende Füllungen und schlecht sitzende Kronenringe nicht nach. Auch diese finden in den Ausführungen Morgenroths einen breiten Raum. Nur, dass er hier als Warner nicht so vereinzelt dasteht, wie dies bei seinen Untersuchungen der durch Draht und Spanngummi verursachten Zerstörungen der Fall ist.

b) Entwicklung, Anatomie und Topographie des Zahnfleischrandes

Bis zu dem Zeitpunkt, da die Krone ihre endgültige Form erreicht hat, ruht sie im Alveolarknochen, der sie als Kapsel umgibt. Sobald das Wurzelwachstum einsetzt, beginnt auch der Durchbruch des Zahns, sich in einer Resorption des über der Krone liegenden Knochens auswirkend. Inneres und äusseres Schmelzepithel mit der dazwischen liegenden Schmelzpulpa überdecken noch den Schmelz. Die Schmelzpulpa schwindet, und von diesem Augenblick an spricht man vom vereinigten Schmelzepithel. Von diesem umgeben, gelangt der Schmelz immer näher in den Bereich des Mundhöhlenepithels. Das Bindegewebe zwischen der vorrückenden Krone und dem Mundhöhlenepithel wird verdrängt und bildet sich ebenfalls zurück. Die Epithelzapfen des Mundhöhlenepithels weichen auseinander, die Gefässe werden gepresst und das Weichgewebe wird anämisch. Ueber dem höchsten Punkt der Krone werden die Epithelzapfen flachgedrückt. Schliesslich vereinigen sich Mundhöhlenepithel und Schmelzepithel. Kommt es nun zum Durchbruch der Krone, so werden die beiden Epithelien resorbiert, die Krone ragt nun frei in die Mundhöhle, einzig und allein bedeckt vom Schmelzoberhäutchen. Nur oberhalb der Schmelz-Zement-Grenze ist ein Zahnfleischsaum vorhanden, welcher mit dem Schmelz durch das sich nicht ablösende vereinigte Schmelzepithel fest verwachsen ist. Dieses vereinigte Schmelzepithel wird nun inneres Saumepithel genannt, im Gegensatz zum Mundhöhlenepithel des Zahnfleischsaumes, welches den Namen äusseres Saumepithel trägt. Das innere Saumepithel ist mit dem Schmelz im gesunden Zustand fest verwachsen und läuft an der Schmelz-Zement-Grenze spitz aus, gegen den Schmelz und gegen das subepitheli-

ale Fasergewebe zu glatt begrenzt. Das äussere Saumepithel ist dort, wo es mit den Speisen in Berührung kommt, verhornt.

Es sei hier auch noch der Begriff der physiologischen Zahnfleischtasche präzisiert. Man will damit jene leichte trichterförmige Einsenkung bezeichnen, die auch beim Ansatz des normalen äusseren Saumepithels am Schmelz vorhanden ist, und als deren grösste Tiefe zirka 1 mm angegeben wird. Physiologisch nennt man diese Tasche im Gegensatz zu derjenigen, welche auf Grund mechanischer oder entzündlicher Einflüsse entsteht und bei der das innere Saumepithel ein verändertes Aussehen hat.

c) Der Hund als Versuchstier

Die vorliegenden Versuche wurden am Hund durchgeführt. Man muss sich aber bewusst sein, dass die Paradentien von Mensch und Hund nicht in allen Teilen identisch sind. Dies gilt sowohl in bezug auf die Anatomie und Physiologie, wie auch hinsichtlich der Reaktionsfähigkeit. Was Zahnkrone und Wurzel anbelangt, so zeigen sowohl Menschen- als auch Hundezahn die gleiche bucklige Form der Krone, die gleiche sich apikalwärts verjüngende Wurzel. Gerade diese anatomischen Formen tragen aber dazu bei, die Schädigungsmöglichkeiten der in Frage kommenden Ligaturen (Seide, Draht und Gummi) zu erhöhen. Man denke an das schon erwähnte „Hochschieben" der Seide beim Anlegen des Spanngummis. Um einen festen Halt der Ligatur zu erzielen, wird man immer danach trachten müssen, die Ligatur wurzelwärts des grössten Umfangs des Zahnes zu befestigen. Gerade in dieser Gegend der Krone oder Wurzel setzt aber auch das Epithel an. Es ergibt sich der Konflikt, dass einerseits bei Schonung des Zahnfleisches die Ligatur vom Zahn abrutscht, dass andererseits aber ein sicheres Arbeiten mit Ligaturen nur dann möglich ist, wenn man einen auftretenden Defekt des Epithelansatzes in Kauf nimmt. Handelt es sich erst noch um orthodontische Arbeiten, wo Ligaturen über lange Zeit liegen bleiben, so wird die Schädigung von Epithel und Weichgewebe um so grösser.

Es bestehen also Unterschiede zwischen Menschen- und

Hundeparadentium. Orban warnt davor, die beiden einander einfach gleichzustellen. Nach ihm weichen die Verhältnisse am Hund in folgenden Punkten von denen beim Menschen ab: in der Verhornung des Taschenepithels, die bei Hunden nicht beobachtet wird. Die Verhornung reicht nur bis zum Zahnfleischrand. Ferner endigt der Wurzelkanal der Hundezähne meist in mehreren Nebenkanälen, was beim Menschen seltener vorkommt. Des weiteren weist Orban darauf hin, dass der „Alveolarknochen" des Hundes viel kompakter ist, das Zement dagegen zarter, an der Schmelz-Zement-Grenze oft kaum wahrnehmbar. Auch Brinch berichtet über das Hundeparadentium als wissenschaftlichem Versuchsobjekt. Nach ihm reagiert dieses in mancher Beziehung völlig anders als das menschliche. Brinch infizierte Hundepulpen und stellte nach zwei Monaten periapicale Herde fest. Die Wurzelkanäle wurden nunmehr geräumt und Diathermie angewandt. Hernach erfolgte die Wurzelfüllung. Die im folgenden nun hergestellten Präparate zeigten abweichend vom menschlichen Paradentium Granulationen, einen Abbau des Dentins und Einwachsen des Granulationsgewebes ins Dentin hinein. Die Kanalwände waren durch echten Knochen gebildet, die Wurzelhaut verschwunden und durch Knochen ersetzt.

Eigene Untersuchungen

a) Anordnung und Durchführung der Versuche

Die Versuche sollten auf folgende drei Fragen Antwort erteilen:

1. Wie wirken freiliegende Ligaturen aus Seide, Gummi und Draht auf das Paradentium?
2. Welche der drei Ligaturen schädigt das Paradentium am meisten?
3. Welche Ausheilungserscheinungen lassen sich nachweisen?

Als Ligaturenmaterial wurde verwendet:

Mittlerer Ligaturendraht aus Aluminiumbronze nach Angle, ungewachste Ligaturenseide und Gummiringe, hergestellt aus einem feinen, dünnen Gummischlauch. Für jede dieser Ligaturenarten wurden je fünf Versuchszähne ausgewählt. Der eine sollte als Kontrollzahn dienen ohne Ausheilungsmöglichkeit. Die andern vier erhielten Ausheilungszeiten von je 18, 12, 7 und 3 Tagen nach folgendem Schema:

Material	Versuchs-nummer	Zahn	Einwirkungs-dauer	Ausheilungs-zeit
Seide	1	⌊2	25 Tage	0 Tage
„	2	3⌋	25 „	3 „
„	3	⌈3	18 „	7 „
„	4	3⌉	21 „	12 „
„	5	⌊3	20 „	18 „

Die Versuche mit Draht und Gummi wurden nach demselben Plan durchgeführt.

Die Versuche waren so angeordnet, dass, um den Kontrollzähnen keine Möglichkeit einer Ausheilung zu bieten, der letzte Tag der Kontrollversuche mit der Sektion des Tieres zusammen-

fallen sollte. Ursprünglich war vorgesehen, für alle Experimente die genau gleiche Einwirkungszeit anzuwenden. Dies konnte aber im Verlauf der Versuche nicht eingehalten werden. Daraus erklären sich die ungleichen Zeitspannen, während welchen die Ligaturen in den verschiedenen Versuchen auf das Gewebe einwirken konnten. Des weiteren waren mehrere Inspektionen des Zahnfleisches während der Dauer der Versuche vorgesehen, um den klinischen Zustand zu ermitteln. Gerade dieser ist es ja, welcher in der Praxis die verursachten Schäden so harmlos und unbedeutend erscheinen lässt.

Ferner war beabsichtigt, die Ligaturen in Narkose an den Zähnen anzubringen. Dies erwies sich jedoch als überflüssig, da sich keine grossen Schwierigkeiten boten, die Ligaturen zu befestigen, hauptsächlich aber deshalb nicht, weil längere Schmerzreaktionen weder vor noch nach der Arbeit beobachtet werden konnten.

Als Versuchstier diente ein zirka anderthalbjähriger Foxterrier-Bastard.

Der 11. 11. 42 war der erste Versuchstag; am 19. 12. 42 wurde das Tier getötet und gleich darauf die Kiefer klinisch untersucht und hernach seziert.

b) Herstellung der Präparate

Es wurde nach folgendem Plan gearbeitet:

1. Nach der Sektion Fixierung der Kieferstücke in 10 % Formalin während vier Wochen.
2. Entkalkung in 6 % Salpetersäure während fünf Wochen. Wechseln der Säure zuerst täglich, dann alle 2—3 Tage.
3. Wässern 1 mal 24 Stunden.
4. Kali-Alaun 1 mal 24 Stunden.
5. Wässern 2 mal 24 Stunden.
6. Entwässern: 70 % Alkohol 1 mal 24 Stunden.
   95 % Alkohol 1 mal 24 Stunden.
   abs. Alkohol 3 mal 24 Stunden.
7. Einbettung: Dünnes Celloidin 4 % 10 Wochen.
   Dickes Celloidin 8 % 5 Wochen.
   Bis zum Schneiden Aufbewahrung in 70 % Alkohol.

8. Schneiden mit dem Mikrotom. Schnittdicke 20—25 mü.
9. Färben mit Hämatoxylin-Eosin.

c) Klinische und histologische Befunde

Versuche mit Draht.

Versuch 1:

Einwirkungsdauer 25 Tage Zahn $\lfloor\underline{5}$
Ausheilungszeit 0 Tage

Dieser Versuch diente der Kontrolle. Eine Ausheilungsmöglichkeit wurde dem Zahnfleisch nicht gegeben, da die Ligatur erst am Tag der Sektion entfernt wurde. Das Zahnfleisch machte zu jenem Zeitpunkt einen gesunden Eindruck und wies keinerlei Rötung auf, obschon der Draht ringsum unter dem Zahnfleisch lag.

Mikroskopischer Befund.

Mesiale Zahnhälfte, in palato-bukkaler Richtung geschnitten.

Das Taschenepithel ist auf der einen Zahnseite in der Nähe des Limbus und am Taschenboden oberflächlich lädiert, so dass sich die oberste Epithellage abschilfert. Auf der andern Seite ist es am Taschenboden zur Geschwürbildung gekommen.

Der Draht hat das lockere subepitheliale Bindegewebe vollständig verdrängt und mechanisch zerstört, so dass das Taschenepithel nun den supraalveolären, derben Faserbündeln direkt aufliegt und diese vom Draht trennt. In nächster Nähe des verdickten, proliferierten innern Saumepithels befinden sich prallgefüllte, erweiterte Kapillaren, und die Bindegewebsspalten erweisen sich als infiltriert. Das Infiltrat hat die Barriere der querlaufenden, derben, supraalveolären Bindegewebsbündel nicht durchbrochen; der chronisch entzündliche Prozess ist also auf die nächste Umgebung des Taschenepithels beschränkt geblieben.

Der erhebliche Abbau von Knochen am Alveolarrand deutet darauf hin, dass sich anfänglich weit stärkere entzündliche Reaktionen im Bindegewebe abgespielt haben. Während der 25 Tage, da die Ligatur passiv in der Tasche lag, ist es zu einer epithelialen Abkapselung gekommen und im Anschluss

daran zum teilweisen Rückgang der entzündlichen Erscheinungen im Bindegewebe.

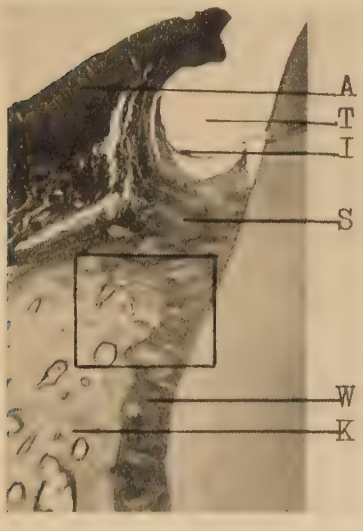


Abb. 1

Drahtversuch 1
Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 0 Tage

A äusseres Saumepithel
T durch den Draht geschaffenes Taschenlumen
I abgeschilfertes inneres Saumepithel
S supraalv. Faserzüge
W Wurzelhaut
K Alveolarknochen

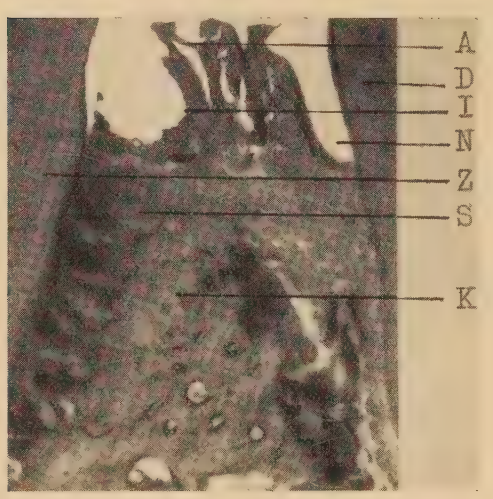
Abb. 2

Drahtversuch 1
Vergrösserung aus Abb. 1 auf entzündlicher Grundlage abgebauter Alveolarrand

S supraalv. Faserbündel
R lakunäre Resorptionsstellen
A Alveolarknochen
M Markraum mit Gefäss
Z Versuchszahn
W Wurzelhaut

Distale Zahnhälfte, in mesio-distaler Richtung geschnitten:

Hier liegen in der Tasche noch Ueberreste nekrotischer Gewebsteile, Leukocyten etc. Im übrigen stimmen die Befunde mit denen auf der mesialen Zahnseite überein.



Drahtversuch 1
distale Zahnhälfte

A äusseres Saumep.
D Kontrollzahn ohne Versuch
I inneres Saumep., am Taschenfundus ulceriert
N normale Zahnfleischtasche
Z Versuchszahn
S supraalv. Faserzüge
K Knochenseptum

Abb. 3

Versuch 2:

Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 3 Tage
Zahn $\underline{1|}$

Die Ligatur wurde labial geknüpft. Bei der Entfernung zeigte das klinische Bild labial und palatinal minimale Taschen. Im übrigen war das Zahnfleisch straff und wies keinerlei Schwellung oder Rötung auf. Nach drei Tagen Ausheilung wurde das Tier getötet. Sektionsbefund: straffes, gesundes Zahnfleisch.

Mikroskopischer Befund.

Die Ligatur kam auf die Randpartie des Zahnfleisches zu liegen und nicht in die Zahnfleischtasche. Diese blieb deshalb unverändert und die Basalschicht des innern Saumepithels zeigt glatte Konturierung. Der Taschenboden liegt an der Schmelz-Zement-Grenze, wo das Epithel seinen normalen Ansatz findet. Am Zahnfleischrand hat der Draht das äussere Saumepithel gespalten und ist tief in das subepitheliale Binde-

gewebe eingedrungen. Hier hat sich dann in der Folge eine entzündliche Auflockerung und Infiltration eingestellt. Diese entzündlichen Reize haben progressive Epithelveränderungen in Form einer mächtigen Glocke veranlasst, welche weit in das Bindegewebe hineinragt. Der Draht lag zuletzt dem Spaltgrund dieser mächtigen Epithelproliferation auf, deren beide Wände sich über dem Draht mehr oder weniger vereinigt haben, so dass der Draht richtig eingewachsen ist. Um die Epithelwucherung herum hat sich eine Bindegewebskapsel gebildet aus derben Faserbündeln mit eingestreuten Fibroblasten. Die Rundzellinfiltration ist gering und auf die Umgebung der Wucherung beschränkt.

Abb. 4

Drahtversuch 2
Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 3 Tage

N normale Zahnfleischtasche
I unversehrtes inneres Saumepithel
S Schmelz-Zement-Grenze
G Spaltgrund wo der Draht lag
E Epithelglocke
F subepith. Fasergewebe

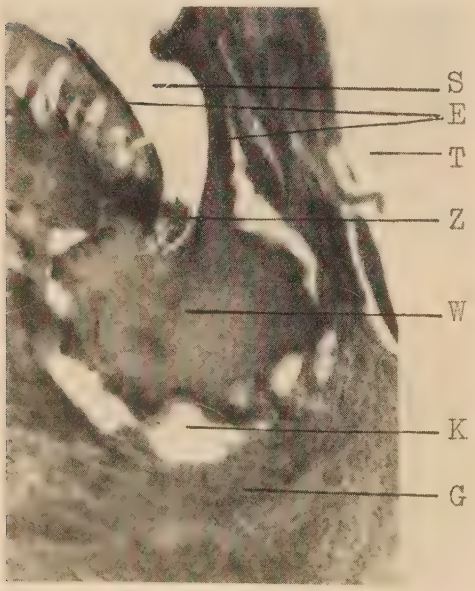
Versuch 3:

Einwirkungsdauer 18 Tage
Ausheilungszeit 7 Tage
Zahn $\overline{6}$

Nach 18 Tagen Liegedauer war bei der Entfernung der Ligatur distal eine Tasche von 1 mm Tiefe zu sehen. Weder Schwellung noch Rötung war eingetreten. Vier Tage nachher lag das Zahnfleisch wieder dem Zahn an. Nach sieben Tagen Ausheilung schien das Zahnfleisch ein wenig gepresst, leicht gerötet, aber dem Zahn anliegend.

Mikroskopischer Befund.

Es wurde die mesiale Hälfte des Zahns in mesio-distaler Richtung geschnitten und untersucht. Das äussere Saumepithel zeigt in der Nähe des Zahnfleischsaums eine V-förmige Spalte. Die beiden Wände dieser Spalte sind mit einer zusammenhängenden Epithelschicht ausgekleidet, am Grund machen sich Auflösungserscheinungen bemerkbar. Während die Wände nur kleinste Epithelzäpfchen ins umliegende Bindegewebe vorgetrieben haben, hat sich am Grund eine grosse, kugelförmige Wucherung ausgebildet. Trotzdem die Zahnfleischtasche mit dem Draht nicht in Berührung kam, ist ihr Epithel bis auf ein kurzes Stück nahe dem Zement zerfallen, als Folge der entzündlichen Vorgänge im angrenzenden Bindegewebe. Das innere Saumepithel endigt verbreitert am Zement. Auch der Limbus des Zahnfleischsaumes zeigt im Schnitt eine ulcerierte Oberfläche. Das Infiltrat ist weitgehend aufgesogen und die kleinsten Kapillaren des subepithelialen Bindegewebes längs des Epithels sind prall gefüllt und erweitert.



Drahtversuch 3
Einwirkungsdauer 18 Tage
Ausheilungszeit 7 Tage

S Spalte im äussern Saumepithel
E epitheliale Auskleidung
T normale Zahnfleischtasche
Z Zerfallserscheinungen
W Epithelwucherung
K künstl. Gewebsspalten
G subepith. Gewebe

Abb. 5

Versuch 4:

Einwirkungsdauer	21 Tage	Zahn $\underline{\lfloor 8}$
Ausheilungszeit	12 Tage	

$\underline{\lfloor 8}$ wurde mit einer Drahtligatur versehen, welche von Anfang an mesial und distal unter dem Zahnfleisch lag. Bukkal lag der Knoten auf dem Zahnfleisch. Nach fünf Tagen war die mesiale Papille stark gequetscht, der Zahnfleischrand gerötet und teilweise abgehoben. Nach 21 Tagen Liegedauer wurde der Draht entfernt. Die Zahnfleischtaschen waren minimal, weder Schwellung noch Entzündung war sichtbar. Eine weitere Kontrolle nach fünf Tagen, sowie der Sektionsbefund nach zwölf Tagen Ausheilung liessen erkennen, dass das Zahnfleisch normal straff anlag.

Mikroskopischer Befund.

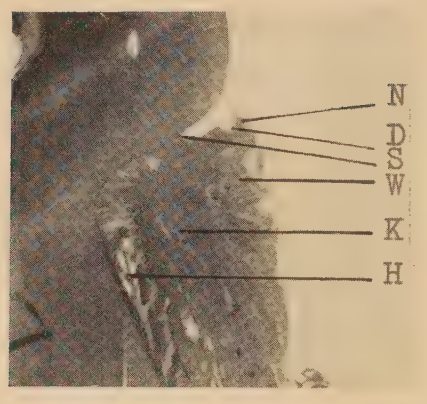
Der Zahn wurde in ein mesiales, ein mittleres und ein distales Drittel geteilt. Untersucht wurden das mittlere und das distale Drittel, das mittlere palato-bukkal, das distale mesio-distal geschnitten.

Mittleres Drittel, bukkal:

Das äussere Saumepithel, dem die Ligatur auflag, ist in seiner Kontinuität unterbrochen und weist am Limbus nekrotische Veränderungen auf. Infolge der durch den Druck entstandenen Entzündung ist die Basalschicht des Epithels in Form eines mächtigen Pfropfens in das darunterliegende Weichgewebe vorgewuchert.

Durch das Trauma ist auch das innere Saumepithel in Mitleidenschaft gezogen worden. In Limbusnähe ist durch die Quetschung des Zahnfleischrandes ein Defekt entstanden, dessen epitheliale Auskleidung von den Wundrändern aus im Gang ist. Das innere Saumepithel läuft etwas unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze spitz aus und ist ohne Wucherungen geblieben.

Die derben supraalveolären Faserzüge haben ein Uebergreifen der Entzündung auf Knochen und Wurzelhaut verhindert. Entzündliches Infiltrat ist nur noch in kleinen Mengen um die grosse Wucherung des äusseren Saumepithels herum vorhanden, die Ausheilung ist demnach recht fortgeschritten.



Drahtversuch 4

⌊8 mesiales Drittel

N nekrotischer Limbus
D defektes inneres Saumep.
S Schmelz-Zement-Grenze
W Wucherung des äuss. Saumep.
K Alveolarknochen intakt
H Wurzelhaut intakt

Abb. 6

Distal:

Die Ligatur hat sich auch hier dank der Kronenform unter das Zahnfleisch vorschieben können, auf diese Weise das innere Saumepithel vom Schmelzoberhäutchen loslösend. Das Epithel der Taschenwand ist zwar wohl in seiner ganzen Ausdehnung zusammenhängend, doch wird es in den oberen zwei Dritteln von einer Wucherung begleitet, die sich mit vorspringenden Zacken und Zapfen gegen das subepitheliale Fasergewebe zu abgrenzt. Der Grund der beschriebenen Tasche liegt an der Schmelz-Zement-Grenze, wo auch das innere Saumepithel spitz ausläuft.

Im selben Präparat ist auch der Zahn ⌊9 zu sehen, an dem kein Versuch durchgeführt wurde. Seine mesiale, dem eben beschriebenen Zahn zugekehrte Seite zeigt eine Zahnfleischtasche von normaler Tiefe. Und trotzdem sind am inneren Saumepithel kleine spiessförmige Auswüchse zu verzeichnen, welche gegen das interdentale Bindegewebe zu verlaufen. Diese kleinen Wucherungen sind wohl auf Reizung durch die Entzündung im Bereich des Nachbarzahnes hin entstanden. Distal von ⌊9 sieht man normales, glatt konturiertes inneres Saumepithel.

Die entzündlichen Veränderungen im subepithelialen Bindegewebe haben sich weitgehend zurückgebildet. Das Infiltrat ist nahezu ganz verschwunden und auch vom hyperämischen Zustand der Kapillaren ist kaum noch etwas zu erkennen.

Die Entzündung war auf die periphere Gewebslage be-

schränkt. Irgendwelche Fernwirkung im Knochen ist ausgeblieben.

Abb. 7

Drahtversuch 4
Einwirkungsdauer 21 Tage
Ausheilungszeit 12 Tage

9	Kontrollzahn
N	normale Zahnfleischtasche
8	Versuchszahn
W	kleine, spiessförmige Wucherungen
Z	pathologische Zahnfleischtasche
P	Wucherung des innern Saumepithels
F	Fundus der Tasche

Versuch 5:

Einwirkungsdauer 20 Tage
Ausheilungsdauer 18 Tage
Zahn 8

Die Ligatur ging von Anfang an mesial und distal stark unter das Zahnfleisch. Die mesiale Papille wurde gequetscht. Bukkal und lingual lag der Draht dem Zahnfleischsaum auf. Nach neun Tagen war die mesiale Papille ein wenig gerötet. Nach Ablauf weiterer neun Tage wurde die Ligatur entfernt. Der mesiale Zahnhals lag frei, das Zahnfleisch hatte eine geringe Tasche gebildet. Distal war die Taschenbildung minimal. Der übrige Zahnfleischrand erschien wenig gerötet und ge-

schwollen. Nach neun Tagen Ausheilung lag das Zahnfleisch wieder dem Zahn an, ebenso als das Tier nach 18 Tagen getötet wurde.

Mikroskopischer Befund.

Bukko-lingualer Schnitt durch die mesiale Zahnhälfte.

Die physiologische Zahnfleischtasche ist mit Ausnahme des Limbus unversehrt geblieben. Hier ist, offenbar infolge der Quetschung, hervorgerufen durch den Druck des Drahtes auf das Zahnfleisch, ein Defekt entstanden, in dessen Nachbarschaft die Basalschicht des innern Saumepithels Sprossen ins Bindegewebe gesandt hat. Die tieferliegenden Epithelschichten sind ödematös aufgelockert und von grossen, erweiterten und prall gefüllten Kapillaren umgeben. Das Infiltrat ist zum grössten Teil verschwunden. Der Epitheldefekt ist in Ausheilung begriffen.

Der Draht selber ist von seiner Auflagestelle durch die Epitheldecke in die Tiefe des Zahnfleisches gedrungen und hat im subepithelialen Bindegewebe entzündliche Reaktionen ausgelöst. Letztere veranlassten eine Tiefenwucherung des äussern Saumepithels mit dem Resultat, dass der Draht am Tage, an welchem er entfernt wurde, im Grunde einer tiefen Tasche lag, umgeben und somit abgekapselt von einer mächtigen Epithelschicht.

Die entzündliche Gewebsdrucksteigerung im Bindegewebe hat auch zu ostoklastischen Abbauvorgängen auf der Aussenseite des Alveolarknochens Veranlassung gegeben. Das Infiltrat ist schon weitgehend aufgelöst.

Auch die Knochenresorption ist 18 Tage nach Entfernung der Ligatur abgeklungen, nur noch einzelne verdämmernde Ostoklasten sind vorhanden.

In den tieferen apikalen Partien des Präparates lassen sich die Folgen des Gummiversuchs am Nebenzahn erkennen — eitriger Zerfall des Gewebes mit rarefizierender Ostitis im Bereich des angrenzenden Knochens.

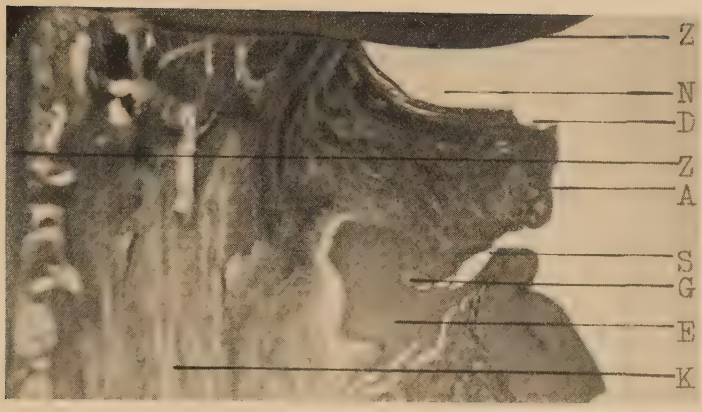


Abb. 8

Drahtversuch 5
Einwirkungsdauer 20 Tage
Ausheilungszeit 18 Tage

Z Zahn $\underline{8}|$ bukkal
N normale Zahnfleischtasche
D Defekt am innern Saumepithel
A äusseres Saumepithel
S Spalte im äussern Saumepithel
G Spaltgrund wo der Draht zuletzt lag
E Epithelglocke
K Alveolarknochen

Zusammenfassung der mit Draht erzielten Ergebnisse.

Die Drahtligatur wird des guten Haltes wegen apikalwärts des grössten Zahnumfanges angebracht. Durch das Anziehen gleitet sie entweder in die Zahnfleischtasche oder aber sie kommt aufs Zahnfleisch zu liegen und schneidet dort ein. Die endgültige Lage wird durch den Grad des Anziehens bestimmt. Meistens wird der Draht aus Gründen des festen Haltes so angezogen, dass er am Grund der physiologischen Zahnfleischtasche nicht Halt macht, sondern weiter entlang der schrägen Zahnoberfläche gleitet, das innere Saumepithel auf diese Weise loslösend. Zu beachten ist aber, dass der Draht nach beendigter Befestigung passiv in der durch ihn geschaffenen Tasche liegt und nicht wie Seide oder Gummi durch eigene Kraft weiter apikalwärts zu wandern vermag. Die Folgen dieser stump-

fen Lostrennung des innern Saumepithels bestehen in einer verschiedengradigen Schädigung des Epithels bis zur Ulceration, in einer Vertiefung und Ausweitung der Zahnfleischtasche, deren Epithelauskleidung durch die eintretende Entzündung im Bindegewebe verdickt und aufgelockert wird. Das supraalveoläre Bindegewebe wirkt oft als Barriere gegen das sich ausbreitende entzündliche Infiltrat. Der erhöhte Gewebsdruck vermag sich auch durch die Gefässbahnen in Knochen und Wurzelhaut fortzupflanzen, wodurch diese ebenfalls regressiv verändert werden. Dadurch, dass der Draht aber nicht während seiner ganzen Liegedauer weitergleitet, treten Heilungserscheinungen viel früher auf als bei den andern Ligaturen. Die Entzündung klingt ab und beschränkt sich nur noch auf die nähere Umgebung des Fremdkörpers. Das epitheliale Gewebe schickt sich an, ihn durch Wucherung zu umwachsen und einzukapseln. Dadurch entsteht dann in der Folge das für den Draht typische histologische Bild der halb- oder dreiviertelkreisförmigen Zahnfleischtasche, die ungefähr dem Umfang des Drahtes entspricht.

Die regressiven Gewebsveränderungen beschränken sich bei den Drahtligaturen auf deren nähere Umgebung, daher auch schnelleres Abklingen der entzündlichen Erscheinungen.

Die oben bereits genannte zweite Möglichkeit besteht darin, dass der Draht beim Anziehen auf den freien Zahnfleischrand zu liegen kommt und dort ins Gewebe einschneidet. Entzündung des subepithelialen Gewebes und Wucherung des Epithels sind auch hier die Folgen. Dagegen tritt hier die Fähigkeit des epithelialen und subepithelialen Gewebes viel mehr hervor, den Draht als einen Fremdkörper zu umwachsen. Die epitheliale Auskleidung der Spalte, auf deren Grund der Draht liegt, wird durch die Entzündung zu mächtiger Wucherung angeregt, und es bildet sich aus der Spalte ein glockenähnliches Gebilde, das den Draht vollständig umschliesst, verstärkt durch neu entstandene subepitheliale Faserzüge. Der Ausheilungsprozess fängt beim Draht nicht erst anlässlich seiner Entfernung an, sondern setzt bereits früher ein, als Folge seines passiven Verharrens.

Verglichen mit diesen histologischen Befunden erscheinen die klinischen Beobachtungen recht harmlos. Die durch den Draht

verursachte geringe Schwellung oder Rötung verschwindet bald nach seiner Entfernung, so dass leicht eine Ausheilung vorgetäuscht werden kann.

Versuche mit Seide.

Versuch 1:

Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 0 Tage
Zahn $\lfloor\underline{2}$

Dieser Versuch wurde zur Kontrolle durchgeführt. Am Tage der Entfernung der Ligatur wurde auch das Versuchstier getötet, so dass eine Ausheilung der durch die Ligatur hervorgerufenen Veränderungen nicht mehr eintreten konnte. Die Untersuchung anlässlich der Sektion ergab labial eine Verdrängung des Zahnfleischsaums um zirka 5 mm, ebenso palatinal. Die mesiale Tasche hatte eine Tiefe von 4 mm. Palatinal lag die Seide ganz unter dem Zahnfleisch.

Mikroskopischer Befund.

Auf diesem Schnitt wurden die distale Hälfte von $\lfloor\underline{1}$, sowie $\lfloor\underline{2}$ und $\lfloor\underline{3}$ getroffen, in mesio-distaler Richtung geschnitten.

Die Zahnfleischpapille zwischen $\lfloor\underline{1}$ und $\lfloor\underline{2}$ wurde vollständig zerstört. Die Ligatur glitt längs der Wurzel von $\lfloor\underline{2}$ hoch, und hat das innere Saumepithel samt seiner bindegewebigen Unterlage abgehoben. Die ganze interdentale Papille ist ulcerös zerfallen bis auf eine Bindegewebspartie, die in Form eines schmalen Faserstreifens an der Wurzeloberfläche von $\lfloor\underline{1}$ haftet. Auch das supraalveoläre Bindegewebe mit seinen horizontal verlaufenden, strafferen Faserbündeln ist der Nekrose zum Opfer gefallen, das ganze supraalveoläre Gebiet bildet einen Zerfallsherd. Gefässe, die vom Periodontalspalt her einmünden, sind eröffnet und das Gewebe von Blutzellen durchsetzt. Der ganze Prozess verläuft unter dem Bild der Parodontitis marginalis purulenta (ulcerosa). Während auf der Wurzelhautseite von $\lfloor\underline{1}$ die vom interdentalen Septum zum Zahn verlaufenden derben Fasern ein Weitergreifen der Entzündung zu verhindern vermochten, erweist sich das periodontale Gewebe von $\lfloor\underline{2}$ bis in die tieferen Lagen entzündlich verändert. Das Gewebe ist infiltriert, die Gefässe stark erweitert und die periodontale

Knochenwand wird örtlich resorbiert. In Lakunen liegen, neben stark erweiterten Kapillaren, mächtige Ostoklasten.

Insbesonders am Alveolarkamm und den benachbarten Markräumen hat die Zahnfleischentzündung direkt auf den Knochen übergegriffen. Die Knochenkuppe ist zerklüftet, mit reichlich Ostoklasten in den Howship'schen Lakunen. Auch in den tieferliegenden Markräumen sind hyperämisch erweiterte Gefässe in Infiltratherde eingebettet. Neben Gefässwandzellen sind reichlich Blutzellen infolge Gefässrupturen zu erkennen. Die Knochenwände werden ostklastisch abgebaut (rarefizierende Ostitis). Erst im Bereich des Apex nimmt die Wurzelhaut wieder normales Aussehen an. Die benachbarten Markräume enthalten neben derben Faserzügen noch reichlich Fettzellen. Die Gefässe sind erweitert.

Auf der Seite gegen den distal anschliessenden $\lfloor\underline{3}$ hat die Ligatur das Zahnfleisch ebenfalls ulceriert. Die Tasche ist verschwunden, und das Infiltrat erstreckt sich bis in die tiefen Lagen des supraalveolären Bindegewebes. Die Entzündung hat auch hier nicht auf den Periodontalraum übergegriffen; doch zeigen sich auch auf dieser Seite die ersten Anzeichen des entzündlich bedingten Abbaus des Alveolarkamms.

Die Pulpa weist das Bild der Hyperämie mit stark erweiterten, prall gefüllten Gefässen und faserig abgeändertem Stroma auf.

Abb. 10

Uebersichtsbild

11 Seideversuch 1 an $\lfloor\underline{2}$
Einwirkungsdauer 25 T
Ausheil'zeit 0 T

12 Seideversuch 5 an $\lfloor\underline{3}$
Einwirkungsdauer 20 T
Ausheil'zeit 18 T

$\lfloor\underline{1}$ Zahn ohne Versuch

Abb. 9

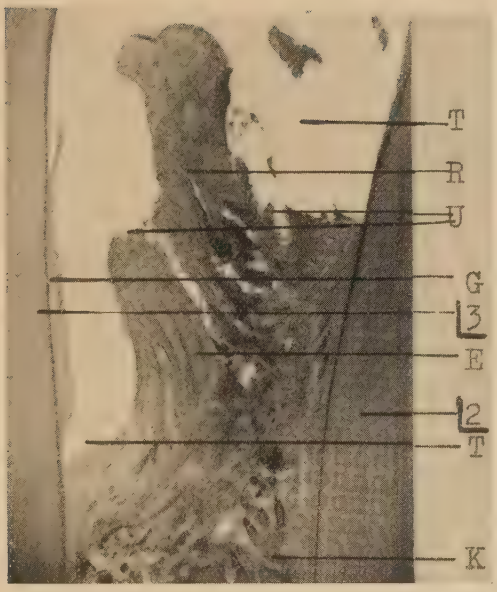


Abb. 10

Ausschnitt aus Abb. 9
|3 Seideversuch 5
Einwirkungsdauer 20 T
Ausheilungszeit 18 T
|2 Seideversuch 1
Einwirkungsdauer 25 T
Ausheilungszeit 0 T
T pathолog. Zahnfleischtasche
R Rest der Interdentalpapille
U ulcerös zerfallene Taschenwand
G am Zahn haftender Gewebsstreifen
E Epithelwucherung
K Knochenseptum

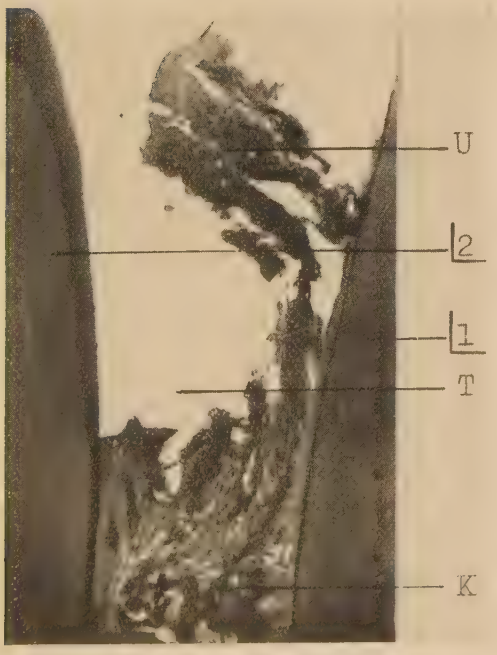
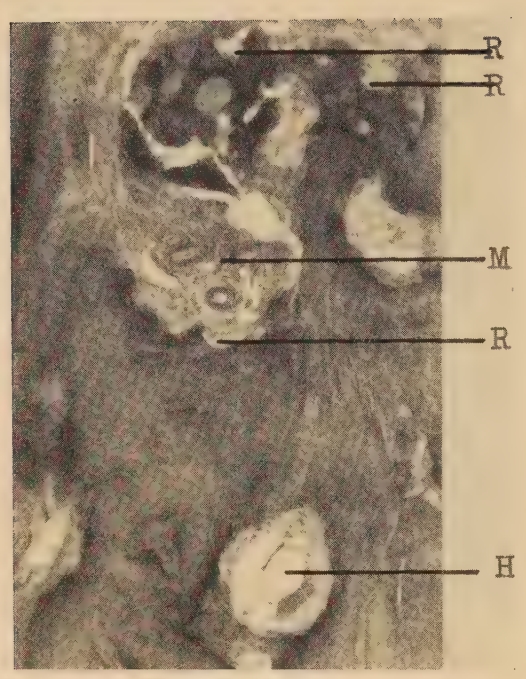


Abb. 11

Ausschnitt aus Abb. 9
Seideversuch 1 an |2
U ulcerös zerfallene Interdentalpapille
T durch Seidenligatur entstandene tiefe Tasche (parodontitis marg. purulenta)
K Knochenseptum



Vergrösserung aus Abb. 9
Knochenseptum zwischen
⌊1 u. ⌊2
Bild der rarifizierenden Ostitis
R Resorptionsstellen
M eröffneter Markraum
H hyperämisches Gefäss

Abb. 12

Versuch 2:

Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 3 Tage
Zahn $\overline{3}|$

Die am 25. Tage durchgeführte Inspektion des Zahnfleisches ergab: Zahnfleisch labial locker, leicht blutend, ca. 4 mm apikalwärts verdrängt, entzündet. Lingual eine Tasche von 4 mm Tiefe. Nach 3 Tagen Ausheilung schien die Tasche, welche sich labial vorfand, an Tiefe abgenommen zu haben. Das Zahnfleisch war aber immer noch verdrängt.

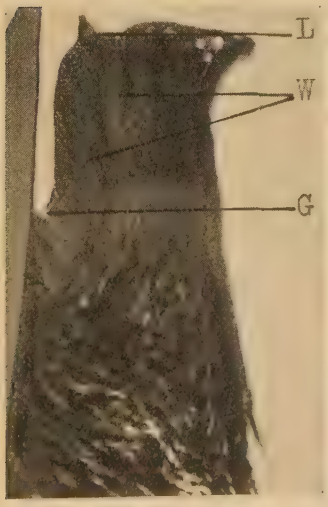
Mikroskopischer Befund.

Das Präparat zeigt die distale Hälfte von $\overline{3}|$, in mesiodistaler Richtung geschnitten.

Die mechanischen Läsionen der Zahnfleischpapille sind bei diesem Zahn wesentlich geringer. Die Ligatur hat anfänglich nur den Limbus geschädigt, wo es zu oberflächlicher Ab-

schilferung der Epithelzellen gekommen ist. Der nicht sehr tief liegende Taschenfundus ist freigelegt und leicht geschwürig zerfallen, ob durch Tiefergleiten der Seide ist nicht erkennbar. Die Epithelläsionen haben zu entzündlichen Reaktionen im subepithelialen Bindegewebe geführt in Form einer starken diffusen Infiltratbildung. Infolge der entzündlichen Reizwirkung ist es zu Proliferation des innern Saumepithels gekommen. Von dessen Basalschicht sind mehrere langgestreckte Epithelzapfen ins Bindegewebe zur Entwicklung gelangt, umgeben von besonders dichten Infiltratzügen. Im Bereich des lädierten Taschenbodens sind die Abgrenzungen der Epithelzapfen gegen das Bindegewebe zu verwischt, die tiefen Schichten sind aufgelokkert. Das entzündliche Infiltrat dringt nur wenig über die Schmelz-Zement-Grenze in die Tiefe. Die quer laufenden, supraalveolären Bindegewebszüge wirken als Barriere und scheinen das Tiefergreifen zu verhindern. Vereinzelte Herde sind auch da in den Gewebsspalten zu erkennen.

Die mehr auf das subepitheliale Bindegewebe lokalisierte Hyperämie hat sich auch in die Markräume des Alveolarknochens fortgepflanzt. Das faserreiche Gewebe ist von weiten Gefässen durchsetzt. Anzeichen von Knochenresorption sind nur vereinzelt anzutreffen.



Seideversuch 2
Einwirkungsdauer 25 T
Ausheilungszeit 3 T
L abgeschilfertes Limbusepithel
W Wucherungen des innern Saumepithels
G geschwürig zerfallener Taschenfundus, in Ueberhäutung begriffen

Abb. 13

Am Taschenfundus scheint sich die Ueberhäutung des Defektes vom Rande her anzubahnen. Es fällt auf, dass nach 3 Tagen Ausheilungszeit die Gefässerweiterungen wesentlich zurückgegangen sind. Die Infiltratzellen weisen nur noch undeutliche Konturen auf, das Infiltrat befindet sich auf dem Wege der Auflösung.

Versuch 3:

Ausheilungszeit 7 Tage
Einwirkungsdauer 18 Tage
Zahn $\lfloor\overline{3}$

Nach 18 Tagen Liegedauer hatte der Knoten der Ligatur das Zahnfleisch bukkal abgehoben. Lingual, mesial und distal waren Taschen von 3—4 mm zu sondieren. Der Faden wurde nun entfernt und nach 4 Tagen der Zustand des Zahnfleisches wieder kontrolliert. Die bukkale Zahnfleischpartie war leicht gerötet. Taschen waren noch vorhanden, das Zahnfleisch lag aber dem Zahn besser an. Nach 7 Tagen Ausheilung umfasste das Zahnfleisch den Zahn scheinbar wieder straff, die Taschen hatten minimale Tiefe.

Mikroskopischer Befund.

Die mesiale Hälfte des Zahns wurde in mesio-distaler Richtung geschnitten, die distale Hälfte in labio-lingualer Richtung.

Mesiale Zahnhälfte:

Auf dem Schnitt sind $\lfloor\overline{2}$ und $\lfloor\overline{3}$ zu sehen, $\lfloor\overline{3}$ der Versuchszahn, $\lfloor\overline{2}$ ein Kontrollzahn.

Die Ligatur hat das innere Saumepithel nur oberflächlich lädiert. Die Papille ist als Ganzes gut erhalten. Der Faden ist unter leichter Abschilferung der obersten Epithellagen wurzelwärts geglitten und hat die Zahnfleischtasche um ein weniges vertieft. (Man vergleiche den Epithelansatz am benachbarten Kontrollzahn.) Die Läsion des Epithelüberzüges hat besonders in der Tiefe der Tasche, wo die Ligatur wahrscheinlich die meiste Zeit über lag, erhebliche entzündliche Reaktionen im lockeren subepithelialen Bindegewebe verursacht. Das Epithel hat die Reizung mit der Bildung einer breitgestielten Epithelglocke beantwortet. Im Bereich des Limbus finden sich ebenfalls kleinere Proliferationen

Das innere Saumepithel des benachbarten Zahnes wurde durch die Entzündung nicht in Mitleidenschaft gezogen; es erstreckt sich in gleichmässiger Lage vom Limbus bis zur Schmelz-Zement-Grenze.

Das Infiltrat hat die Barriere der quer gelagerten derben Bindegewebsbündel des supraalveolären Gewebes nicht durch brochen. Das lockere Bindegewebe ist noch von weiten, stark-injizierten Kapillaren durchsetzt. Das Infiltrat ist weitgehend resorbiert, die Entzündung klingt ab. Der Alveolarknochen ist intakt. In den Markräumen herrscht Fasermark vor.

Seidenversuch 3
Einwirkungsdauer 18 T
Ausheilungszeit 7 T

⌈3 Versuchszahn
⌈2 Kontrollzahn

I inneres Saumep. mit kleinen Proliferation
N normales inneres Saumep.
Z unvertiefte Zahnfleischtasche
P Papille als Ganzes erhalten
W Wucherung des inneren Saumep.
S supraalv. Faserzüge
K Knochenseptum intakt

Abb. 14

Distale Zahnhäfte, in labio-lingualer Richtung geschnitten:

Die Ligatur ist beidseitig vom Zahn nur wenig unter das Zahnfleisch geglitten, da die Zahnoberfläche labial und lingual keine Einziehung aufweist. Dementsprechend ist die Oberfläche des Taschenepithels nur wenig alteriert und die entzündlichen Folgen im tiefer liegenden Bindegewebe nur gering. Am Ta-

schenboden ist auf beiden Seiten eine schwache Tiefenwucherung längs des Zementes zu erkennen, daneben einige kleine Epithelzapfen. Das Infiltrat, das wohl nur in der Umgebung der kleinen Epithelwucherungen vorhanden war, ist weitgehend resorbiert und die Gefässe haben wieder normales Aussehen. Die tieferen Gewebspartien sind unbeinflusst geblieben.

Versuch 4:

Einwirkungsdauer 21 Tage
Ausheilungszeit 12 Tage
Zahn $\underline{3}|$

Beim Anlegen der Seide wurde der Zahnfleischrand durch den Druck des labial gelegenen Knotens anämisch. Eine Kontrolle nach 5 Tagen zeigte einen geschwollenen, geröteten Zahnfleischrand, der leicht abgehoben werden konnte. Bei der Entfernung der Ligatur liess sich labial eine Tasche von 4 mm, palatinal eine solche von 2 mm feststellen. Bukkal war das Zahnfleisch ausserdem verdrängt. Eine Inspektion 5 Tage später liess weder Schwellung noch Rötung mehr erkennen. Die labiale Tasche schien an Tiefe abgenommen zu haben. Am Tage der Sektion des Tieres, 12 Tage nach Entfernung der Ligatur, war das Zahnfleisch etwas locker.

Mikroskopischer Befund.

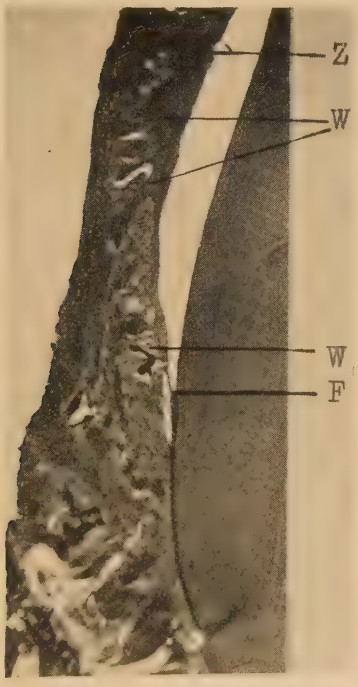
Mesiale Zahnhälfte, mesio-distal geschnitten.

Die regressiven Epithelveränderungen sind charakterisiert durch Oberflächenzerstörung, Auflockerung der Zelle bis in die tiefen Lagen und zum Teil undeutlicher Abgrenzung der Proliferationen gegen das Bindegewebe. Namentlich in den Wucherungen nahe am Fundus der Tasche finden sich noch reichliche Einstreuungen von Leukozyten. Geschwürsbildung ist keine vorhanden. Die labiale Knochenwand ist weitgehend verschwunden, was sich klinisch im Weiterbestehenbleiben der Zahnfleischtasche äussert, da die Bindegewebsfasern ihren Halt nicht mehr zurückgewinnen konnten.

Der Taschenінhalt ist verloren gegangen. Im tiefer liegenden supraalveolären Gewebe ist das Infiltrat bereits resorbiert, vereinzelt liegen noch in den Gewebsspalten restliche Entzündungszellen. Die Gefässe sind hier noch erweitert. Gegen den

freien Zahnfleischrand zu ist das zellige Infiltrat noch reichlicher, doch scheint auch hier der Abtransport vor sich zu gehen. In Anbetracht der gewaltigen Gewebsschädigung muss die Heilung als bereits fortgeschritten bezeichnet werden.

Die Oberfläche des restlichen Alveolarknochens ist mit einem dichten Geflecht hyperämisch erweiterter Gefässe bedeckt. Das Gewebe ist aufgelockert und der Knochen weist alle Anzeichen eines regen Anbaus von neuen Balken auf. Einzelne Knocheninseln sind von zahlreichen Osteoblasten umsäumt. Die rarifizierende Ostitis ist abgeheilt und in beschränktem Umfang Knochenbildung im Gang.



Seideversuch 4
Einwirkungsdauer 21 T
Ausheilungszeit 12 T
Z zerstörtes inneres Saumep.
W Epithelwucherungen
F Taschenfundus

Abb. 15

Versuch 5:

Einwirkungsdauer 20 Tage
Ausheilungszeit 18 Tage
Zahn $\frac{|3}{}$

Die Ligatur wurde bukkal geknüpft, mesial, palatinal und

distal unter das Zahnfleisch geschoben, bukkal folgte sie dem Zahnfleischrand. Eine Kontrolle nach 10 Tagen ergab leichte Schwellung und Rötung ringsum. Nach 20 Tagen Liegedauer wurde der Faden entfernt. Der Zahnfleischsaum war stark gerötet und leicht blutend mit Taschentiefe bis zu 2 mm. Nach 12 Tagen Ausheilung waren Schwellung und Rötung weg. Nach 18 Tagen Ausheilung hatte das Zahnfleisch gesundes Aussehen und lag straff an.

Mikroskopischer Befund.

Das Präparat stellt einen mesio-distalen Gewebsschnitt dar. Der Zahn $\underline{\lfloor 2}$ ist in Versuch 1 beschrieben.

Die Ligatur hat dem Zahnfleischrand aufgelegen. Distal hat sie diesen nur oberflächlich verletzt, mesial dagegen ist sie durch das Zahnfleisch hindurch in die Tiefe gedrungen und hat die Zahnfleischtasche erheblich erweitert und vertieft.

Distale Zahnhälfte:

Das Taschenepithel hat hier normales Aussehen. Es reicht bis zur Schmelz-Zement-Grenze, wo es im Schnitt spitz ausläuft.

An der Stelle, wo die Seide in Limbusnähe dem äusseren Saumepithel auflag und es lädierte (die Epithelialisierung der Defektstelle von den Rändern aus ist im Gange) haben sich progressive Gewebsveränderungen in Form der Bildung einer mächtigen Epithelglocke abgespielt. Das lockere Bindegewebe ist noch von in Zerfall begriffenen Infiltratzellen durchsetzt, doch sind im allgemeinen die Entzündungserscheinungen weitgehend abgeklungen. Die Entzündung ist auf das lockere subepitheliale Bindegewebe beschränkt geblieben.

Der Alveolarknochen ist in Anbau begriffen.

Mesiale Zahnhälfte:

Der Zahnfleischrand ist weitgehend ulcerös zerfallen. Soweit das Taschenepithel erhalten blieb, hat seine Basalschicht lange Wucherungsstränge ins Bindegewebe vorgetrieben. Diese Epithelbildungen verlaufen parallel zur Taschenoberfläche und zeigen das Bestreben, Verbindung mit der Wurzeloberfläche herzustellen. Die Epitheliallisierung der geschwürig zerfallenen Zahnfleischtasche ist weit fortgeschritten. Auf der Zahnseite

der Tasche haften noch die durch die Ligatur abgetrennten Bindegewebsfasern.

Das supraalveoläre Bindegewebe, soweit es noch vorhanden ist, sowie das Markgewebe, sind noch reichlich infiltriert, doch ist die rarifizierende Ostitis, die zum Abbau des Knochenseptums und Erweiterung des marginalen Periodontalraumes geführt hat und auch Markräume erweitert hat, abgeklungen. Die Gefässe an der Knochenoberfläche sind erweitert und Anbauvorgänge bereiten sich vor. Wenig oberhalb vom Taschenboden hat die Entzündung einen kleinen Resorptionsdefekt im Zahn gesetzt.

Nach Abstossung der noch reichlich vorhandenen nekrotischen Gewebsmassen dürfte sich die Ueberhäutung auch in Richtung gegen den Nachbarzahn zu vollziehen.

Zusammenfassung der mit Seide erzielten Ergebnisse

Es wurden 5 Versuche an verschiedenen Zähnen durchgeführt. Versuch 1 diente der Kontrolle (ohne Ausheilungszeit). Bei den Versuchen 2—5 betrug die Ausheilungszeit 3, 7, 12 und 18 Tage.

Die Seide quillt im Speichel und verkürzt sich, wodurch eine Kraft frei wird, vermittelst derer sie entlang der sich verjüngenden Wurzel apikalwärts gleitet und so die bestehende Zahnfleischtasche erweitert und vertieft. Die epitheliale Taschenauskleidung wird dabei aufgelockert und infiziert, da die ungewachste Seide sich mit dem Mundsekret vollsaugt, verfilzt und so einen guten Nährboden für Bakterien bildet (klinisch: blutendes Zahnfleisch). Das Bindegewebe wird hyperämisch und, infolge Reizung durch die sich entwickelnde Entzündung und Infiltratbildung, treten Wucherungen des Taschenepithels ins subepitheliale Fasergewebe und längs des Zementes auf. Die quer gelagerten, derben Faserzüge des supraalveolären Bindegewebes vermögen oft das Vorrücken der Zelleinstreuungen und Wucherungen aufzuhalten. Breitet sich aber das Infiltrat weiter aus, so greift die Entzündung weiter auf Periodontium und Knochenmark über, es bildet sich eine rarifizierende Ostitis aus, die sich in entzündlich erweiterten Gefässen, seröser Durchtränkung des Gewebes, Vermehrung der Fibrillen, reich-

lichem Zellinfiltrat und dem Auftreten von Ostoklasten an den Knochenrändern äussert (Granulationsgewebe).

Die Versuche lassen erkennen, dass nach der Entfernung der Ligatur Ausheilungsbestrebungen eintreten, die umso mehr manifest werden, je länger die Ausheilung dauert. Die geschwürig zerstörten Partien des Taschenepithels werden von den gesunden Rändern aus überhäutet. Hyperämie und Entzündung schwinden und das Kleinzellinfiltrat wird aufgesogen. Bei länger andauernder Ausheilung zeigen sich ebenfalls Anfänge eines begrenzten Knochenersatzes.

Versuche mit Gummi

Versuch 1:

Einwirkungsdauer 25 Tage
Ausheilungszeit 0 Tage
Zahn $\underline{6|}$

$\overline{6|}$ trug während 25 Tagen ununterbrochen eine Gummiligatur. Nach Entfernung am Tag der Sektion war das Zahnfleisch schwammig. Taschentiefe überall bis zu 5 mm. Der Zahn war aber noch fest und Eiter konnte nicht festgestellt werden.

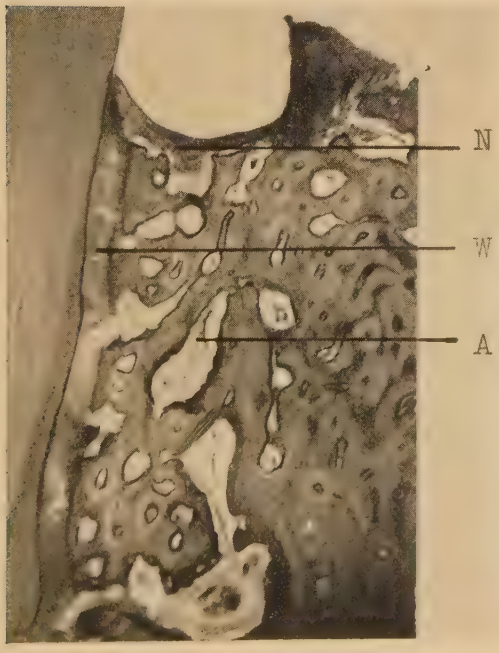
Mikroskopischer Befund.

Die mesiale Hälfte des Zahnes wurde in mesio-distaler Richtung geschnitten, die distale Hälfte in bukko-lingualer Richtung.

Die Gummiligatur hat sich, unter Abdrängen des Zahnfleisches vom Zahn, längs der Wurzeloberfläche in die Tiefe gearbeitet. Der Taschengrund liegt etwa in halber Wurzelhöhe. Die Ligatur hat das Taschenepithel mitsamt dem darunterliegenden subepithelialen und supraalveolären Bindegewebe ringsum zerstört, so dass der Gummiring zuletzt dem Alveolarknochen auflag, von diesem nur durch die nekrotischen Gewebsmassen getrennt. Einzig in Limbusnähe ist noch etwas Epithelgewebe erhalten. Die Basalschicht ist in das von Eitermassen durchsetzte restliche Bindegewebe hineingewuchert. In der vertieften Tasche ist das Zahnfleisch vollständig eitrig ein-

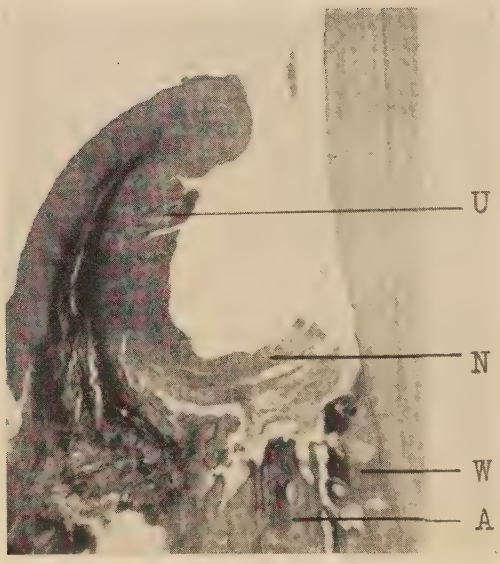
geschmolzen (Periodontitis purulenta ((ulcerosa)) marginalis). Während die Wurzelhaut, soweit sie noch vorhanden ist, normales Aussehen aufweist, ist das Markgewebe entzündlich verändert. In den weiten Knochenräumen überwiegt ebenfalls Abbau, doch ist örtlich in den tieferen Lagen auch Anbau zu konstatieren (rarifizierende Ostitis).

Auch das interradikuläre Knochenseptum ist um etwa ein Drittel seiner normalen Höhe resorbiert und der frei gewordene Raum mit Eitermassen ausgefüllt. Im übrigen hat die Entzündung auch am Zahn Resorptionsdefekte gesetzt. Die Markräume sind ebenfalls diffus chronisch infiltriert, mit hyperämisch erweiterten Gefässen, derbem Faserwerk und Ostoklasten an der Oberfläche. Ein analoges Bild zeigen auch die labial und lingual gelegenen Alveolarränder. Hervorzuheben ist, dass die Wurzelhaut selber von der Infektion frei geblieben ist und normalen Faserverlauf zeigt.



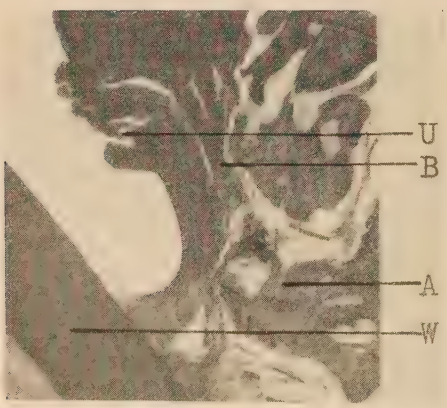
Gummiversuch 1
Einwirkuugsdauer 25 T
Ausheilungszeit 0 T
$\overline{6}$] distale Hälfte, ling.
N nekrotische Gewebsmassen zwischen Gummi und Knochen
W Periodontalspalt mit Sharpey'schen Bündeln unversehrt
A Alv. knochen mit rarefiz. Ostitis

Abb. 16



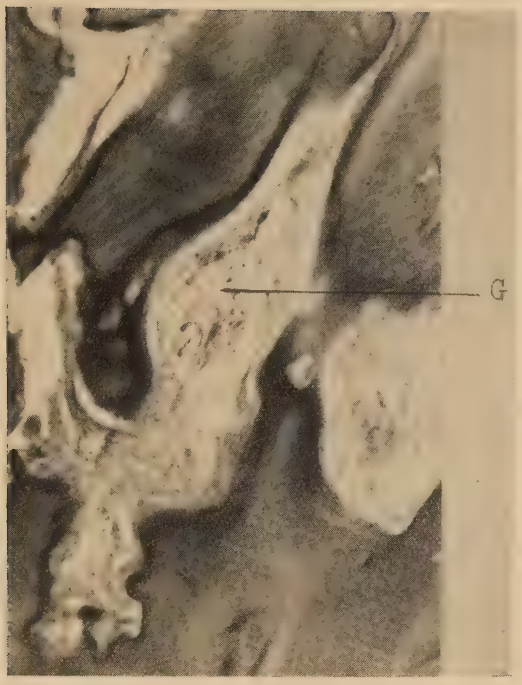
Gummiversuch 1
$\overline{6}|$ dist. Hälfte, bukkal
U ulcerös zerfallenes inneres Saumepithel
N nekrotische Gewebsmassen zwischen Gummi und Knochen
W Wurzelhaut intakt
A Alveolarknochen mit raref. Ostitis

Abb. 17



Gummiversuch 1
mesial
U ulceriertes inneres Saumepithel
B gewuchertes inneres Saumepithel
A Alv. knochen
W Wurzelhaut

Abb. 18



Gummiversuch 1
Vergrösseruug aus Abb. 16
Alv.knochen mit raref. Ostitis
G Granulationsgewebe

Abb. 19

Versuch 2:

Einwirkungsdauer	25 Tage	Zahn $\lfloor 8$
Ausheilungszeit	3 Tage	

An diesem Molaren wurde eine Gummiligatur angebracht. Sie sprang aber bald vom Zahn ab und wurde nach 3 Tagen wieder ersetzt. Am Tage der Entfernung konnte sie aber nicht aufgefunden werden, so dass die effektive Ausheilungszeit nicht angegeben werden kann. Festgestellt werden kann nur, dass eine Ausheilung stattgefunden hat.

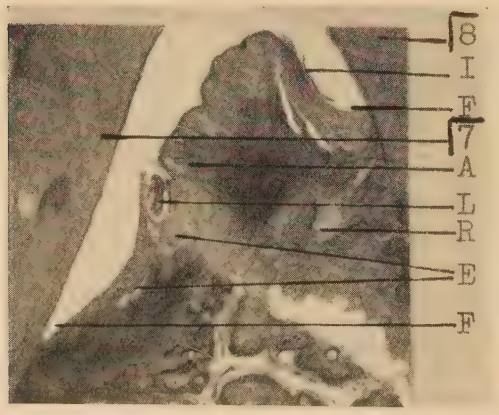
Mikroskopischer Befund.

Der Versuchszahn wurde dreigeteilt. Das mesiale Drittel wurde in mesio-distaler Richtung geschnitten, das mittlere in bukko-lingualer und das distale wieder in mesio-distaler Richtung.

Mesial:

Die Ligatur hat das Zahnfleisch vom Zahn losgelöst und die Zahnfleischtasche vertieft. Der epitheliale Ueberzug letzterer ist bis auf eine örtlich begrenzte ulcerierte Stelle erhalten geblieben. Am Taschenfundus setzt das innere Saumepithel im Schnitt spitz am Zement an. Das lockere, nur noch spärlich vorhandene subepitheliale Bindegewebe ist von einem bereits in Auflösung befindlichen Infiltrat durchsetzt, das sich auch im supraalveolären, derben Fasergewebe vorfindet. Der entzündliche Prozess hat auf den Knochen übergegriffen und den Alveolarrand erheblich resorbiert. Die engen Markräume enthalten derbes Fasermark, erweiterte Gefässe, Blutaustritte neben spärlichem Infiltrat. Die Ostoklase ist bereits zum Stillstand gekommen und sowohl in den Markräumen als besonders am freien Alveolarrand ist ein Trabekelsystem von neuem Knochen im Entstehen begriffen.

Die Ausheilung beschränkt sich also im Zahnfleisch auf Abtransport der nekrotischen Gewebselemente und Epithelialisierung der ulcerös zerfallenen freien Gewebsdefekte; am Knochen dagegen scheint es zu einer, wenn auch beschränkten Restitutio des verlorengegangenen Hartgewebes zu kommen, durch Anbau von geflechtartigem Knochen.



Gummiversuch 2, ⌈8 dist.
Einwirkungsdauer 25 T
Ausheilungszeit 3 T
Gummiversuch 5, ⌈7 mes
Einwirkungsdauer 20 T
Ausheilungszeit 18 T
I inneres Saumep. lädiert
F Taschenfundus
A äusseres Saumepithel
L liegengebliebene Gumm ligatur
R Alveolarseptum resorbiert
E Epithelwucherungen

Abb. 20

Mitte:

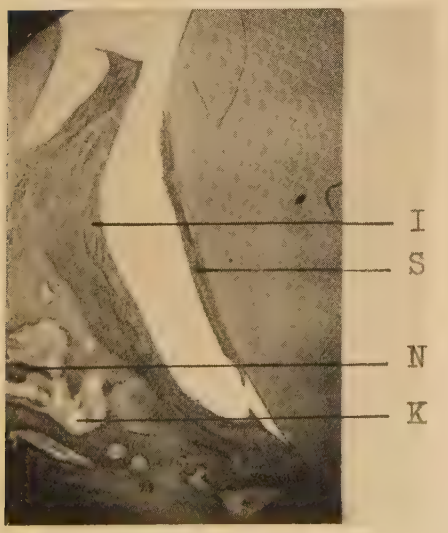
Bukkal und lingual hat die Gummiligatur das Taschenepithel nur ganz oberflächlich alteriert; Abschilferung der ober-

sten Epithellagen. Der Epithelansatz an der Schmelz-Zement-Grenze ist normal. Lingual ist das subepitheliale Bindegewebe schwach infiltriert. Das Infiltrat ist in Auflösung begriffen, das Gewebe von erweiterten Gefässen durchzogen. Das Saumepithel hat nur vereinzelte Epithelpfropfen ins darunterliegende Gewebe getrieben.

Die Markräume enthalten ein derbes Fasergewebe mit stark erweiterten Gefässen und Kleinzellinfiltrat. (Diffuses, chronisches Infiltrat.)

Distal:

Die Gummiligatur hat der stark unter sich gehenden Krone entlang eine tiefe Tasche gebildet mit Tiefenwucherung des innern Saumepithels. Letzteres ist in der Längsrichtung bis zum Fundus der Tasche durchtrennt. Lange Streifen epithelialer Taschenauskleidung haften am Zahn. Sie wurden durch die tiefer dringende Ligatur aus ihrem Gewebsverband weggetrennt. Die Schichten, die vom innern Saumepithel noch übrig geblieben sind, haben ihren Zusammenhang an einigen Stellen verloren und sind stark aufgelockert. Langstreifige Wucherungen begleiten die epitheliale Auskleidung der Tasche. Die Lücken



Gummiversuch 2
Einwirkungsdauer 25 T
Ausheilungszeit 3 T
$\overline{8}$ distal
I inneres Saumep. mit Wucherungen
S am Zahn haftendes inneres Saumephithel
N Neubildung von Knochen
K knöchernes Septum resorbiert

Abb. 21

zwischen diesen Wucherungen weisen rundzelliges Infiltrat auf, das namentlich gegen den Taschenfundus hin zunimmt, aber bereits Auflösungserscheinungen zeigt. Das knöcherne Septum wurde auf der dem Zahn zugekehrten Seite stark resorbiert. Die Knochenbinnenräume sind von einem mit reichlichen Infiltratzellen übersäten Granulationsgewebe ausgefüllt. Die Ostoklase ist aber zum Stillstand gekommen und sowohl in den Markräumen wie am freien Knochenrand hat Knochenneubildung eingesetzt.

Versuch 3:

Einwirkungsdauer 18 Tage
Ausheilungszeit 7 Tage
Zahn 7|

Am Zahn wurde eine Gummiligatur angebracht, welche nach 18 Tagen entfernt werden sollte. Sie wurde aber an dem zur Entfernung festgesetzten Tage nicht gefunden. Der Zahnfleischsaum war überall stark abgehoben und verdrängt. Tiefe Taschen hatten sich ringsum ausgebildet. 4 Tage nach dem vorgesehenen Entfernungstag war das Zahnfleisch anlässlich einer Kontrolle stark entzündet, locker und leicht blutend. In den Taschen war Eiter. Nach weiteren 3 Tagen wurde das Tier getötet. Der Zahn war gelockert. Erst bei der Herstellung der zum Schneiden bestimmten Blöcke wurde die Ligatur in Nähe des Apex aufgefunden. Ihre elastische Kraft und die sich gegen den Apex zu verjüngende Form der Wurzel hatten es ihr ermöglicht, innerhalb kurzer Zeit vollständig unter das Zahnfleisch zu verschwinden.

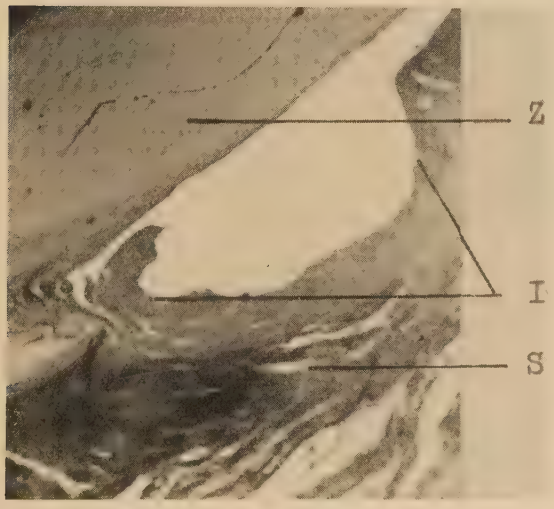
Mikroskopischer Befund.

7| wurde halbiert und beide Teile in mesio-distaler Richtung geschnitten.

Mesial:

Die Gummiligatur ist längs der Zahnwurzel apikalwärts hochgestiegen und hat, mit Ausnahme des Limbusareals, das Taschenepithel samt submucösem Bindegewebe völlig zerstört. Auch das Knochenseptum ging bis gut zur Hälfte verloren, so dass der Taschenboden zur Zeit in halber Wurzelhöhe liegt. Das

Zahnfleisch gegen die Tasche zu ist vollständig geschwürig zerfallen. Die Infiltrationsherde erstrecken sich bis an die oberflächlich gelegenen Wurzelhautabschnitte hinein, während tiefergelegene Partien nur an Stellen Infiltratherde aufweisen, wo sie in breiter Verbindung mit eröffneten Knochenbinnenräumen stehen. Die Knochenmarkräume bieten das Bild der rarefizierenden Ostitis dar. Der Alveolarrand wird noch ostoklastisch abgebaut. In den apikal gelegenen Gewebspartien ist die Resorption zum Stillstand gekommen.



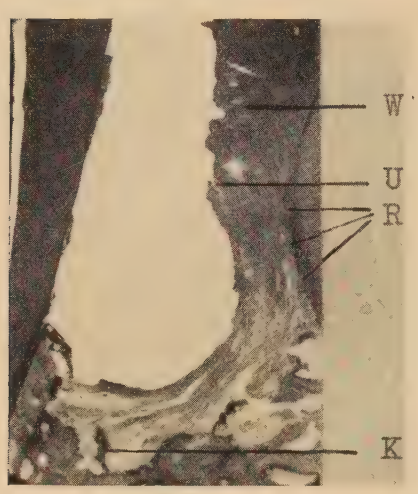
Gummiversuch 3
Einwirkungsdauer 18 T
Ausheilungszeit 7 T
I inneres Saumep. zerstört
Z Zahn 7⌋ mes.
S subepithel. Fasergewebe zerfallen

Abb. 22

Distal:

In diesem Schnitt sind die Verhältnisse zwischen 6⌋ und 7⌋ ersichtlich. Statt einer Papille nimmt auf der Seite von 7⌋ die gleiche gewaltige Zahnfleischtasche wie im vorigen Präparat den interdentalen Raum ein. Die Zahnfleischpapille ist völlig eitrig eingeschmolzen. Am Limbus sind noch einige Epithelpfropfen in der Eitermasse zu erkennen, welche ins darunterliegende Bindegewebe wucherten. Am Nebenzahn sind auf der Höhe des Taschenbodens mehrere Resorptionsdefekte entstanden. Die Markräume beherbergen ein dichtes, mit Rundzellen überschwemmtes Granulationsgewebe.

Der ostoklastische Knochenabbau ist grösstenteils abgeflaut und örtliche Regenerationsvorgänge sind zu erkennen.



Gummiversuch 3
W Wucherungen des innern Saumepithel
U ulcerös zerfallenes inneres Saumephitel
R Resorption am Nachbarzahn
K Knochenanbau

Abb. 23

Versuch 4:

Einwirkungsdauer 21 Tage
Ausheilungszeit 12 Tage
Zahn $\overline{7}|$

$\overline{7}|$ erhielt eine Gummiligatur, die sofort unter das Zahnfleisch glitt. Nach 5 Tagen wurde kontrolliert, die Ligatur war mesial, distal und bukkal unter dem freien Zahnfleischrand, der Rand scheint gequetscht.

Nach 21 Tagen wurde der Gummi entfernt, Taschen hatten sich gebildet von 2—3 mm Tiefe. Der Zahnfleischsaum war leicht entzündet, aber nicht geschwollen. Nach 5 Tagen Ausheilung war noch eine geringe marginale Rötung vorhanden. Das Zahnfleisch schien wieder dem Zahn anzuliegen. Nach 12 Tagen Ausheilung konnten aber doch gelockertes Zahnfleisch und 1—2 Millimeter tiefe Taschen festgestellt werden.

Mikroskopischer Befund.

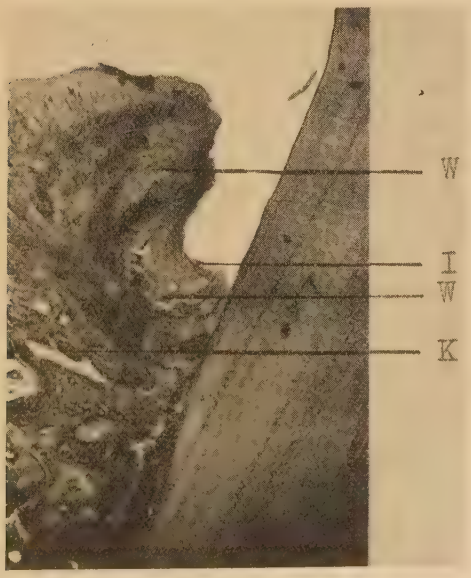
$\overline{7}|$ wurde in drei Teilen zerschnitten. Untersucht wurden das mesiale und das distale Drittel, das mesiale in mesio-distaler, das distale in bukko-lingualer Richtung geschnitten.

Mesial:

Der Gummiring hat auch hier schwere Schäden verursacht. Das innere Saumepithel hat sich vom Schmelzoberhäutchen gelöst, es ist das bekannte Bild der pathologischen Zahnfleischtasche entstanden. Das Taschenepithel wurde in seinen oberflächlichen Schichten ulceriert, die Basalschicht hat Pfropfen in die Submucosa gesandt. Das supraalveoläre Bindegewebe wird von breiten, infiltrierten Epithelzügen gegen den Taschenfundus abgeschlossen und ist nahezu frei von kleinzelligem Infiltrat.

Das Knochenseptum ist in seiner Höhe reduziert, doch zeigt seine freie Oberfläche alle Anzeichen des Knochenanbaues.

Die bestehenden Infiltratherde im supraalveolären und subepithelialen Bindegewebe werden resorbiert. Die Knochenbinnenräume enthalten derbfaseriges Granulationsgewebe mit vereinzelten Einstreuungen von Rundzellen. Auch hier hat die Ostoklase sistiert.



Gummiversuch 4
Einwirkungsdauer 21 T
Ausheilungszeit 12 T
W Wucherungen das innere Saumepithels
I inneres Saumepithel ulceriert
K Anbau von Knochen

Abb. 24

Distal:

Die unters Zahnfleisch gerutschte Ligatur hat auch auf dieser Seite ähnliche Zerstörungen bewirkt wie die oben beschriebenen.

Versuch 5:

Einwirkungsdauer 20 Tage
Ausheilungszeit 18 Tage
Zahn $\overline{|7}$

Die Ligatur lag vom Moment des Anbringens am Zahn an mesial und distal unter dem freien Zahnfleischrand, bukkal und lingual folgte sie dem Zahnfleischsaum. Nach 10 Tagen lag die Ligatur auch lingual unter dem Zahnfleisch. Dieses war abgehoben, gerötet und gewulstet. Bei der Entfernung der Ligatur nach 20 Tagen Liegedauer war der Gummi fast ganz unter dem Zahnfleisch. Taschen waren ringsum vorhanden, speziell aproximal. Bukkal und lingual war der Zahnfleischsaum gequetscht. Das Zahnfleisch war entzündet und blutete stark. Schwellung war aber keine sichtbar. Bukkal war der Zahnhals um zirka 2 mm abgedeckt. Nach 12 Tagen Ausheilung war das Zahnfleisch immer noch stark gerötet, tiefe Taschen bildend. Dasselbe war der Fall nach 18 Tagen Ausheilung.

Mikroskopischer Befund.

Der Zahn wurde halbiert, die mesiale Hälfte in bukko-lingualer, die distale in mesio-distaler Richtung geschnitten.

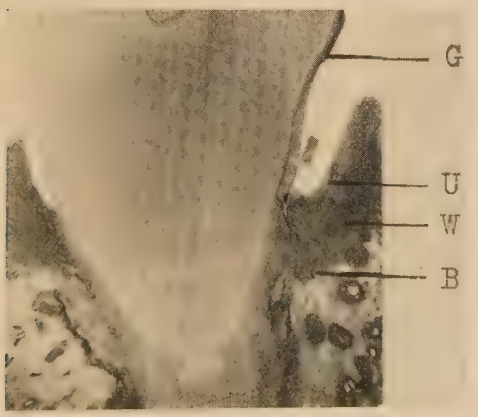
Mesiale Zahnhälfte, lingual und bukkal:

Auf beiden Seiten ist das innere Saumepithel vom Limbus bis zu seiner Ansatzstelle am Zement ulceriert und mächtig verdickt. Die Abgrenzung gegen das subepitheliale Bindegewebe zu zeigt gewucherte Epithelzapfen, die ihrerseits aber selbst unscharf konturiert sind; das äussere Saumepithel ist unversehrt, doch beweisen bukkal am Zahn anhaftende Gewebefetzen, dass der ganze Zahnfleischsaum stark in Richtung des Apex verdrängt worden ist. Das Zahnfleisch erscheint in axialer Richtung zusammengedrückt. Das nur noch spärlich vorhandene Bindegewebe ist infiltriert. Das Infiltrat hat sich durch Gewebsspalten vorgeschoben. Die Entzündung, welche auf den Alveolarkamm übergegriffen hat, verursachte starke Knochenresorption. Die Alveole ist in ihrer Höhe wesentlich reduziert. Der tiefer gelegene Knochen erweist sich als sehr kompakt, die Binnenräume sind klein und mit Granulationsgewebe ausgefüllt. Der Resorptionsprozess steht bereits still, nur vereinzelte im Zerfall begriffene Ostoklasten sind noch zu finden. Anzeichen von Knochenneubildung sind vorhanden.

Distal:

Der Taschenboden ist erheblich in die Tiefe gerückt, der Epithelansatz am Zement normal spitz auslaufend. Die Ligatur hat am Uebergang vom äusseren zum inneren Saumepithel eine ovale Ausbuchtung geschaffen, deren epitheliale Auskleidung verloren gegangen ist und einer Geschwürsfläche Platz gemacht hat. Ein Stück der Ligatur ist in dieser Tasche liegen geblieben und ist von Epithelwucherungen fast ganz umwachsen. Ebenfalls gegen das subepitheliale Fasergewebe zu sind 2 Epithelstränge vorgetrieben worden, der eine zapfenförmig, der andere keulenförmig. Von dieser Tasche weg bis zum Zement ist das innere Saumepithel streckenweise aufgelockert und gegen das darunterliegende Bindegewebe unscharf abgegrenzt. Rund um das im Gewebe verbliebene Stück der Ligatur sind Rundzellen in grosser Zahl zu erkennen, auch das Fasergewebe der Papille weist entzündliches Infiltrat auf, das sich vor allem um die Epithelwucherungen angelagert hat. Es ist in Auflösung begriffen.

Die Knochenmarkräume sind durch eitrige Entzündung stellenweise stark erweitert worden, und der Alveolarrand hat auf der Ligaturseite eine wesentliche Höhenverminderung erfahren. Die Ostoklase der Binnenräume des Knochens ist zum Stillstand gekommen und am freien Alveolarrand hat sich bereits ein Geflecht von neuem Knochen gebildet.



Gummiversuch 5
Einwirkungsdauer 20 T
Ausheilungszeit 18 T

G Gewebsfetzen in ursprünglicher Höhe des Zahnfleischsaumes
U ulceriertes und verdicktes inneres Saumepithel
W Epitelwucherungen
B bukkale Knochenwand resorbiert

Abb. 26

Die Ausheilung ist örtlich schon recht weit fortgeschritten. Das Zahnfleisch besitzt bereits wieder einen durchgehenden Epithelüberzug und das restliche Gummistück ist epithelial abgekapselt.

Zusammenfassung der mit Gummi erzielten Ergebnisse

Während durch Seide oder Draht mehrfach klinische Bilder entstanden, die scheinbar harmlos waren, liessen die durch Gummi hervorgebrachten keinen Zweifel übrig, dass diese Ligaturart von den drei zu Versuchen benutzten weitaus die gewebsschädigendste war. Blutendes, geschwollenes und lockeres Zahnfleisch, sowie tiefe Zahnfleischtaschen waren die Folgeerscheinungen, in einem Fall sogar Lockerung und Eiterbildung (Versuch 3).

Was die klinischen Befunde erkennen lassen, bestätigen auch die histologischen Bilder. In den fünf Versuchen stellten sich Zustände ein, angefangen bei nur leicht abgeschilfertem Epithel bis zur gänzlich ulcerierten Papille, über einem in seiner Höhe um die Hälfte und mehr resorbierten Knochenseptum.

Durch die ihr innewohnende Elastizität arbeitet sich die Ligatur rasch den schrägen Flächen der Zahnwurzel entlang gegen den Apex zu. Dieses in die Tiefe Gleiten kann unter Umständen in so kurzer Zeit vor sich gehen, dass die Ligatur regelrecht verschwindet, wie es in Versuch 3 geschehen ist, wo der Gummiring erst nach der Sektion in Wurzelspitzennähe aufgefunden wurde.

Ganz im Gegensatz zu Draht etwa, kommt es nicht zu einer Ruhelage des Gummis, sondern er schiebt sich kontinuierlich zwischen Zahn und Weichgewebe vor. Dieses stumpfe Durchtrennen oder Loslösen des innern Saumepithels und der Wurzelhaut ist begleitet von einer weit um sich greifenden Entzündung des subepithelialen und supraalveolären Fasergewebes und der Wurzelhaut, wobei auch der Knochen direkt oder durch Fernwirkung abgebaut wird. Die Knochenmarkräume werden durch Ostoklasten lakunär erweitert.

Prall gefüllte Gefässe, umgeben von entzündlichem Infiltrat lassen sich vom Weichgewebe in den Knochen hinein verfolgen.

Im weiteren Verlauf proliferiert das Taschenepithel mehr oder weniger stark ins subepitheliale Gewebe hinein. Es kann aber auch mitsamt diesem eitrig eingeschmolzen und der ganze Gewebekomplex abgestossen werden.

Immerhin sind auch hier Anzeichen beginnender Ausheilung festzustellen, indem der Knochen in seinen tieferen Lagen zu erneutem Anbau ansetzt und das diffuse entzündliche Infiltrat nach und nach resorbiert wird. Die nekrotischen Gewebspartien werden abgestossen, ulcerös zerfallene Partien von den Wundrändern aus überhäutet.

d) Auswertung der klinischen und histologischen Befunde und Zusammenfassung

Während die klinischen Befunde bei scharfen Verletzungen des Zahnfleisches, wie zum Beispiel beim Zahnfleischrandschnitt oder bei Verletzungen, entstanden durch Scheibenpräparation, keinen Zweifel am Umfang des verursachten Traumas aufkommen lassen, können die stumpfen Verletzungen des Zahnfleischrandes sehr leicht übersehen werden. Ihre scheinbare Harmlosigkeit hat auch dazu geführt, dass die ihnen bis heute gewidmeten Untersuchungen einen kleinen Raum einnehmen.

Während Morgenroth einen Ueberblick über die meisten scharfen und stumpfen Verletzungen des Zahnfleischrandes gibt, sind in der vorliegenden Arbeit nur stumpfe Verletzungen untersucht worden, und aus der grossen Zahl der Möglichkeiten drei herausgegriffen worden, die durch orthodontische Arbeiten bedingt sind. Es sind dies die Schädigungen des Zahnfleisches, entstanden durch freiliegende Draht-, Seiden- und Gummiligaturen. Morgenroth hat die Wirkungen der Drahtligatur ausführlich behandelt, auch hat er Versuche mit Seide in Verbindung mit Spanngummi angestellt.

Die vorliegende Arbeit befasst sich einerseits mit den schädigenden Wirkungen der in der Orthodontie verwendeten Ligaturen auf das Zahnfleisch und den Zahnhalteapparat, und andererseits mit den Ausheilungsvorgängen, nach Aussetzen der Insulte.

Die schädigende Wirkung der drei Ligaturenarten erklärt sich schon aus den anatomischen Verhältnissen des Zahnes. Um einen festen Halt am Zahn zu bekommen, müssen die Ligaturen wurzelwärts des grössten Umfangs der Zahnkrone angebracht werden. Beim Anziehen kommt die Ligatur entweder auf oder unter den Zahnfleischsaum zu liegen, da der Zahn sich wurzelwärts verjüngt. Während der Draht aber in seiner endgültigen Lage passiv liegen bleibt, arbeiten sich Seide und Gummi immer weiter vor; die ungewachste Seide, indem sie sich mit Speichel volsaugt und dadurch verkürzt, der Gummiring bis die Entspannung erreicht ist. Die durch die Wurzelbifurkation bedingten Einziehungen unterhalb des grössten Zahnumfanges erlauben ein direktes Anliegen der Ligaturen nur an wenigen Stellen. Namentlich bukkal und lingual findet sich zwischen Zahn und Ligatur meistens etwas eingeklemmtes Zahnfleisch.

Das durch Draht lädierte Zahnfleisch zeigt wohl in einem Teil der Fälle Rötung (Versuche 3, 4, und 5), Schwellung (Versuch 5), als Anzeichen einer Gingivitis marginalis, ferner geringe Taschenbildung (Versuche 2, 3 und 5) oder Verdrängung des freien Zahnfleischsaumes. Aber bald nach Entfernung des Drahtes verschwinden klinisch diese Spuren der Ligaturenwirkung und das Zahnfleisch macht einen scheinbar gesunden Eindruck und liegt dem Zahnhals relativ straff an (Versuche mit Draht 1—5).

Das mit Seide behandelte Zahnfleisch erholt sich weniger gut von den ihm zugefügten Insulten. Am Ende der Einwirkungsdauer erweisen sich die entstandenen Schäden im Vergleich zu denjenigen, welche der Draht verursacht hat, als schwerwiegender. Beim Entfernen sind die Taschen bedeutend tiefer, auch ist das Gewebe aufgelockert und blutet leicht (Seidenversuche 2 und 5). Es zeigt sich hier bereits das klinische Bild der Parodontitis marginalis chronica progressiva.

Noch manifester sind die durch den Gummi bedingten Verletzungen. Hier entstehen die weitaus tiefsten Taschen; Rötung, Schwellung, leichtes Bluten gehören zu den auftretenden klinischen Kennzeichen. Ja, es kann zur Eiterung der Zahnfleischtaschen und zu Lockerungserscheinungen kommen wie bei Gummiversuch 3 (Parodontitis marginalis purulenta mit pro-

gressiven Tendenzen). Auch die nachfolgenden Ausheilungsvorgänge bis zu 18 Tagen vermögen diese pathologischen Zustände klinisch nicht zu beheben, wenn sich das Zahnfleisch auch scheinbar zu einem guten Teil erholt.

Was den Draht betrifft, so hat Morgenroth bereits festgestellt, dass stumpfe Ablösungen des innern Saumepithels vom Schmelz schwere Schädigungen am Zahnfleischrand hinterlassen. Er beobachtet bereits nach einer Einwirkungszeit von nur 40 Minuten die Vertiefung einer Zahnfleischtasche, Tiefenwachstum des innern Saumepithels über die Schmelz-Zement-Grenze hinaus, Wucherung der Basalschicht des Saumepithels in das angrenzende Bindegewebe hinein. Diese Wucherungen sind umgeben von kleinzelligem Infiltrat (Parodontitis marginalis chronica progressiva). Bei einer Liegezeit von 1—2 Monaten findet er sogar ausgedehnte ulceröse Entzündung des marginalen Parodontiums.

Folgende Veränderungen liessen sich an unserem Versuchsmaterial nachweisen:

Das Zahnfleisch reagiert auf die Einwirkung der drei genannten Ligaturen grundsätzlich gleich. In der Lokalisierung und Intensität der auftretenden krankhaften Zustände bestehen aber grosse Unterschiede. Die Gewebszerstörungen nehmen in der Reihenfolge der Ursachen: Draht, Seide und Gummi, zu.

Das äussere Saumepithel wird entweder gequetscht oder durchtrennt, das innere Saumepithel entweder durchtrennt oder aus seiner Verbindung mit dem Schmelzoberhäutchen losgerissen. Als Folge dieser Traumen tritt Infektion und Entzündung der subepithelialen Gewebe ein. Diese werden ödematös aufgelockert. Der Gewebsdruck nimmt zu. Diese krankhaften Veränderungen ziehen Wucherungen des Epithels nach sich, einmal über die Schmelz-Zement-Grenze nach der Tiefe zu, dann aber auch in wechselnder Intensität in das subepitheliale Fasergewebe hinein. Die Proliferationen können nur in kleinen Zacken bestehen, es werden aber auch mächtige Zapfen und grosse glockenartige Gebilde beobachtet. Gerade diese Wucherungen aber haben einesteils bei Draht, andernteils bei Seide und Gummi verschiedenes Aussehen. Während sie bei Gummi oder Seide sehr oft als längliche Streifen ins Binde-

gewebe hineinragen, sind sie beim Draht viel kompakter und haben das Bestreben, den Fremdkörper zu umfassen.

Die Infiltrate erstrecken sich bei Gummi und Seide diffus ins subepitheliale und supraalveoläre Gewebe, beim Draht dagegen sind sie nur auf die oberflächlichsten Schichten beschränkt.

Es sei an dieser Stelle auch auf die Reaktion des Zahnfleisches bei Anwendung von Lingualfederchen hingewiesen. Die Federchen heilen vollständig ein und können ohne wesentliche Blutung aus dem sie umschliessenden Zahnfleisch herausgezogen werden. Das gleiche Bild zeigen auch die in dieser Arbeit beschriebenen Drahtversuche 2, 3 und 5, wo der Draht sich in das Zahnfleisch versenkte. Es kam in der Folge zu einer entzündlichen Auflockerung und Infiltration der subepithelialen Gewebe, was die progressiven Veränderungen des Epithels in Form einer Glocke veranlasste. Die Epithelwände haben sich über dem Draht wieder verengt. Um die Epithelwucherungen treten Fibroblasten auf.

Jede der drei Ligaturen hat regressive Veränderungen der paradentalen Gewebe zur Folge. Aber auch in diesem Punkt bestehen Unterschiede. Bei Draht lokalisieren sich die Zerstörungen mehr auf Epithel und subepitheliales Gewebe. Ein Uebergreifen auf den Knochen konnte nur in beschränktem Umfang nachgewiesen werden (Drahtversuche 1 und 5). Ganz im Gegensatz dazu erstrecken sich die Zerstörungen bei Seide und erst recht bei Gummi in den meisten Fällen bis in den Knochen hinein (rarifizierende Ostitis). Die Knochenmarkräume erweisen sich als ostoklastisch erweitert. Während der freie Knochenrand durch die im subepithelialen und supraalveolären Gewebe herrschende Entzündung direkt in Mitleidenschaft gezogen wird, kann bei den Schädigungen der tiefern Knochenschichten von einer Fernwirkung gesprochen werden, wobei sich der erhöhte Gewebsdruck des ödematös aufgelockerten und infiltrierten Fasergewebes durch die Gefässbahnen in die Markräume fortpflanzt.

Die infektiöse Komponente der Zerstörung ist nicht bei allen drei Ligaturen gleich gross. Draht mit seiner metallisch glatten Oberfläche fördert natürlich eine Infektion in viel geringerem

Mass als etwa Seide, deren durch den Speichel gequollene Fasern einen idealen Nährboden für Bakterien abgeben.

Sehr oft vermögen die Faserbündel der Wurzelhaut und des supraalveolären Gewebes als Barriere zu wirken, und das infektiös-entzündliche Infiltrat einzudämmen.

Die Abbauvorgänge beschränken sich aber nicht nur auf den Zahnhalteapparat, sondern der Zahn selbst wird ebenfalls angegriffen, indem seine Zementschicht lakunäre Resorptionsstellen zeigt. Auch die Pulpa kann pathologisch alteriert sein (Hyperämie, faserig abgeändertes Stroma). Beispiel: Seidenversuch 1. Die erste der drei Fragen, welche dieser Arbeit zugrunde liegen: wie wirken Draht-, Seiden- und Gummiligaturen auf das Paradentium? ist damit beantwortet.

Ebenso ist aus den bisherigen Ausführungen die Beantwortung der zweiten Frage: welche der drei Ligaturenarten schädigt das Paradentium am meisten? klar ersichtlich. Ausser der Gummiligatur, durch welche das Paradentium bis in Apexnähe alteriert werden kann und die in der schädigenden Wirkung an erster Stelle steht, zieht auch die Verwendung der Seide umfangreiche Zerstörungen nach sich. Als beste Beispiele siehe Gummiversuch 3, Seidenversuche 1 und 5.

Bei Draht dagegen lokalisieren sich die regressiven Veränderungen viel mehr auf die dem Fremdkörper zunächst liegenden Schichten. Die den Draht umwuchernden Teile des Epithels und des darunterliegenden Fasergewebes verhindern tiefgreifende Veränderungen.

In bezug auf die Ausheilungsvorgänge (3. Frage) lassen sich die Beobachtungen folgendermassen zusammenfassen:

Am frühesten sind sie beim Draht zu beobachten, nämlich schon während seiner Liegedauer. Während der Draht passiv im Gewebe liegt, wird er epithelial umwuchert. Die supraalveolären Faserzüge verhindern ein Weitergreifen der Entzündung auf Wurzelhaut und Knochen. In der Folge wird das entzündliche Infiltrat ziemlich rasch aufgesogen (bereits in Drahtversuch 1 zu beobachten). Durch den Draht verursachte Epitheldefekte werden von den Wundrändern her überhäutet (Versuche 4 und 5).

Wesentlich anders manifestiert sich die Ausheilung nach Anwendung von Seide oder Gummi. Hier hören die Zerstörungs-

prozesse nicht eher auf, als bis ihre Ursache entfernt ist. Erst von diesem Augenblick an nimmt das entzündliche Infiltrat ab, der Gewebsdruck sinkt, die Hyperämie geht zurück und die nekrotischen Partien werden abgestossen. Auch Ueberhäutung ulceröser Epitheldefekte wurde beobachtet (Seidenversuche 2 und 5, Gummiversuche 2 und 5).

Die durch die Ligaturen bedingten regressiven und entzündlichen Erscheinungen können also zur Ausheilung gelangen durch:

1. Abkapselung des Fremdkörpers (Drahtversuche und Gummiversuch 5).
2. Resorption des entzündlichen Infiltrats in Weichgewebe und Knochen (in allen Versuchen).
3. Ueberhäutung der ulcerös zerstörten Gewebspartien (Drahtversuche 4 und 5, Seidenversuche 2 und 5, Gummiversuche 2 und 5).
4. Beschränkte Bildung neuen Knochens (Seidenversuche 2, 4 und 5; Gummiversuche 1, 2, 3, 5).

Die Arbeit zeigt klar, wie gross die Schäden in Wirklichkeit sind, welche am lebenden Zahnfleisch dem Auge kaum auffallen, und dass ein klinisch gesundes Aussehen keine histologische Unversehrtheit verbürgt.

Literaturverzeichnis

Brinch: Das Hundeparadentium als wissenschaftliches Versuchsobjekt. Paradentium 1933.

Euler-Meyer: Pathohistologie der Zähne.

Greve: Histologische Untersuchung zur Frage der Schädigung des Parodontiums. Dtsch. Mschr. f. Zhk. 1926.

Gross: Experimentelle Untersuchungen über Regenerationsfähigkeit von Hundezahnfleisch. Paradentium 1933.

Häupl: Grundriss der Histo-Pathologie des Zahnes und seines Stützgewebes.

Horn: Studien über die Einwirkung von Kronenringen auf das marginale Parodontium. Dtsch. Mschr. f. Zhk. 1930.

Morgenroth: Traumatische Veränderungen des Zahnfleischrandes. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 1940.

Norberg: Ist eine Heilung ohne Gewebeverlust bei Alveolarpyorrhoe möglich? Vjschr. f. Zhk. 1926.

Orban: Das normale Paradentium der Hunde. Zeitschrift f. Stomatologie 1924.

Peter: Der Zahnfleischrandschnitt. Vjschr. f. Zhk. 1930.

Roos: Anatomie, Physiologie und Pathologie des Interdentalraumes. Schw. Vjschr. f. Zhk. 1918.

Curriculum vitae

Am 22. Januar 1918 wurde ich in Bern geboren. Hier besuchte ich die Primarschule und anschliessend das Gymnasium, wo ich 1937 die Maturitätsprüfung ablegte. Im Herbst 1937 immatrikulierte ich mich an der medizinischen Fakultät der Universität Bern und bestand dort im Frühjahr 1943 nach elfsemestrigem Studium die eidgenössische Fachprüfung für Zahnärzte.

Herrn Professor Gubler möchte ich an dieser Stelle aufs herzlichste danken für seine Mithilfe und sein Entgegenkommen, mit denen er meine Arbeit förderte.

Danken möchte ich ebenfalls Herrn Dr. Bachmann, von der vet. med. Fakultät, der mir bei den Tierversuchen zur Seite stand.